Conseil des sciences du Canada
Science Council of Canada

SERIE «STRATEGIES SECTORIELLES EN MATIERE DE TECHNOLOGIE»

N° 10

La machinerie au Canada

SÉRIE «STRATÉGIES SECTORIELLES EN MATIÈRE DE TECHNOLOGIE»

N° 10 LA MACHINERIE AU CANADA

Conseil des sciences du Canada
100, rue Metcalfe
Ottawa (Ontario)
Canada K1P 5M1

N° de catalogue : SS25-1/10-1992F
N° d'ISBN : 0-662-97351-8
© Ministre des Approvisionnements et Services, 1992

92-07663/

Table des matières

Faits saillants v
Historique de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» viii
Commentaire sur la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» et sur les objectifs de la R-D ix
Liste des rapports de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» xi
Remerciements xii

Introduction 1

La machinerie au Canada et dans le monde 2
- La machinerie aux États-Unis 2
- La machinerie en Allemagne 4
- La machinerie au Japon 4
- La machinerie au Canada 5
- La balance commerciale du Canada dans les sous-secteurs de la machinerie 8
- Importations de machines et limites de la croissance canadienne 11

La nature des changements technologiques dans le secteur mondial de la machinerie 12
- Différenciation du produit 12
- Améliorations des procédés de fabrication 13
- Le fournisseur généraliste et le fournisseur spécialisé 13
- Sociétés d'équipement forestier 13
- Sociétés de matériel de construction 15
- Sociétés de matériel agricole 16

Stratégies sur le plan de la R-D et de la technologie dans le secteur canadien de la machinerie 18
- La R-D en machinerie au Canada : comparaisons et limites 20
- Études de cas : les stratégies technologiques de sociétés canadiennes 23
  - Hymac 23
  - Husky Injection Molding 27
  - Timberjack 27

Stratégies de croissance pour le secteur canadien des machines 29
- Problèmes dans le secteur canadien : éléments manquants 29
- Soutien en R-D 29
- Accès aux capitaux 30
- Stratégie commerciale 31

Conclusion 32

Annexe — Cadre d'analyse des stratégies en matière de technologie 33

Notes 35

Liste des tableaux et figures

Tableau 1. Sous-secteurs de la machinerie au Canada 9
Tableau 2. Part du marché des principales sociétés d'équipement forestier 14
Tableau 3. R-D des principales sociétés nationales en voie de maturation au Canada 19
Tableau 4. Investissements en R-D au Canada 21
Tableau 5. Stratégies technologiques adoptées par les sociétés canadiennes de machinerie 25

Figure 1. Importants producteurs de machinerie membres de l'OCDE, d'après la valeur des expéditions, 1987 3
Figure 2. Taux réel composé de croissance annuelle de la production de machines, 1980-1989 6
Figure 3. Tendance des exportations de machines, exprimée en pourcentage des échanges commerciaux de machines de l'OCDE, 1987 7
Figure 4. Consommation du marché canadien de la machinerie, 1987 10
Figure 5. Pourcentage des exportations par rapport aux importations par sous-secteur de la machinerie, 1986 10
Figure 6. Dépenses en R-D : sociétés étrangères par rapport aux sociétés canadiennes 20
Figure 7. Dépenses globales en R-D dans le secteur de la machinerie 21
Figure 8. Dépenses réelles en R-D visant les machines au Canada, 1980-1989 22
Figure 9. Rapport R-D/ventes au Canada, 1975-1989 22
Figure 10. Dépenses en R-D engagées par les sociétés canadiennes en voie de maturation comparativement aux dépenses engagées par les multinationales étrangères 24
Figure 11. Stratégies technologiques des sociétés 26

Faits saillants

- Le secteur de la machinerie englobe l'équipement utilisé pour transformer les matières premières en produits finis. Le secteur est composé de nombreux sous-secteurs d'utilisation, comme l'équipement forestier, l'outillage d'usine métallurgique, les moulurières et les machines-outils servant dans l'industrie de la fabrication d'outils et de matrices.

- Les fournisseurs généralistes et les fournisseurs spécialisés se partagent le secteur mondial de la machinerie. L'entreprise généraliste, habituellement de grande taille, couvre plusieurs sous-secteurs. Elle met au point des procédés et des produits dans tous ses sous-secteurs. Quant à l'entreprise spécialisée, elle se concentre sur un ou plusieurs sous-secteurs et tente de créer des produits spécialisés que les généralistes ne peuvent facilement copier.

- La concurrence repose souvent sur la différenciation des produits, qui se traduit par des différences sur la plan de la technologie et du rendement global. Le potentiel peut être aussi important dans la fabrication traditionnelle, mais spécialisée, d'outils et de matrices que dans l'équipement robotique informatisé. Le développement technologique progressif est vaste, et la conception sur demande pour des clients particuliers est courante dans le cadre des activités de recherche et développement (R-D) des petites entreprises.

- Les principaux concurrents du secteur canadien de la machinerie sont les États-Unis, le Japon et l'Allemagne. Chacun de ces pays a adopté des stratégies technologiques et commerciales différentes. Le Japon fait preuve d'un dynamisme technologique débordant et favorise fortement le nouveau concept de fabrication appelé «production superefficace». Tout comme au Japon, le secteur de la machinerie des États-Unis se caractérise par la taille importante de ses entreprises. Quant au secteur allemand, il compte de nombreuses sociétés de taille moyenne, généralement spécialisées.

- Le secteur canadien ne peut fournir à son marché les machines nécessaires à l'expansion économique du pays. Le marché canadien est trop limité pour assurer la subsistance de nombreux fabricants canadiens spécialisés, et ses entreprises de machinerie sont trop petites pour réaliser la commercialisation nécessaire à l'exportation à grande échelle. C'est pourquoi la plupart des sous-secteurs canadiens enregistrent un déficit commercial.

- En raison de sa petitesse, le secteur canadien de la machinerie représente un obstacle structurel de taille pour l'économie du pays. En période de croissance économique, le déficit commercial du pays s'aggrave, car les fabricants nationaux doivent importer la plupart des machines dont ils ont besoin. Les investissements en machinerie entraînent presque toujours une expansion commerciale.

- Le secteur canadien compte quelques entreprises exceptionnellement créatives et avant-gardistes, mais la plupart sont petites et incapables de mener d'importants travaux de R-D.

- Fait surprenant, l'important essor des industries extractives au Canada n'a pas favorisé la croissance du secteur connexe de la machinerie.

- En 1988, seul le seul sous-secteur des machines forestières enregistrait une balance commerciale positive. Ce sous-secteur est dominé par quatre sociétés détenues par des intérêts étrangers. Leurs stratégies technologiques diffèrent; deux d'entre elles sont des spécialistes et les deux autres, des

généralistes. Les spécialistes travaillent en collaboration plus étroite avec les clients afin de mettre au point de l'équipement forestier novateur.

- L'indifférence de la direction était à l'origine des problèmes qu'a connus, avant sa disparition, la société canadienne Massey-Ferguson, autrefois l'un des principaux fabricants d'équipement agricole au monde. Entre autres choses, la société n'est pas parvenue à lancer de nouveaux produits; elle a toléré les inefficacités sur le plan de la production, les retards de livraison et l'absence de contrôle des expéditions; et elle a laissé se détériorer les relations avec les concessionnaires. Ses problèmes se sont surtout manifestés sur les marchés clés des gros tracteurs et des moissonneuses-batteuses.

- La plupart des travaux de R-D effectués dans le secteur canadien de la machinerie sont menés par des sociétés canadiennes spécialisées qui sont en voie de maturation. D'ordinaire, ces sociétés enregistrent des ventes annuelles d'environ 250 millions de dollars. Bien qu'elles exportent beaucoup, les principales entreprises ne sont pas des fournisseurs mondiaux dominants. Les six grandes sociétés en voie de maturation investissent des montants correspondant à 3 p. 100 de leurs ventes en R-D, comparativement à 0,8 p. 100 pour l'ensemble des entreprises canadiennes de machinerie. Parmi les sociétés qui effectuent de la R-D au Canada, les sociétés étrangères de machinerie ont consacré l'équivalent de 1,6 p. 100 de leurs ventes à la R-D en 1987, comparativement à 4 p. 100 pour les sociétés canadiennes. Bon nombre des sociétés détenues par des intérêts étrangers n'ont pas le mandat d'effectuer de la R-D et d'exporter.

- Au cours des années 1980, les dépenses réelles engagées en R-D par les entreprises canadiennes de machinerie ont chuté de près de 25 p. 100. Ces dépenses équivalaient à 1 p. 100 à peine du produit des ventes, comparativement à 2,6 p. 100 en Allemagne, à 1,7 p. 100 au Japon, à 1,5 p. 100 aux États-Unis et à 3,3 p. 100 en Suède.

- Une stratégie de développement technologique continu, généralement progressif et de grande valeur pour les clients, semble être la clé de la croissance des ventes de machines. Les sociétés de croissance dans ce secteur doivent être appuyées financièrement par des institutions qui reconnaissent l'importance de la stratégie technologique et de cette démarche à long terme axée sur la valeur ajoutée.

- Les machines spécialisées, qui doivent généralement être exportées pour rentabiliser leur exploitation au Canada, offrent les meilleures perspectives de croissance pour le secteur canadien. Toutefois, rares sont les entreprises canadiennes qui disposent des ressources nécessaires pour commercialiser leurs produits dans le monde entier.

- Le secteur connaît des pénuries d'ingénieurs et de gestionnaires expérimentés, ainsi que de machinistes qualifiés.

- La piètre position du Canada sur le marché des machines-outils a limité la fabrication de machines au pays. En effet, les machines-outils s'avèrent un élément essentiel dans la plupart des procédés de fabrication de machines.

- Les problèmes d'obtention de capitaux, en particulier de capitaux à risque, freinent beaucoup les entreprises dans leur croissance. La commercialisation et la distribution exigent un apport important de capital. Peut-être serait-il plus prudent pour ces sociétés de solliciter des capitaux auprès de leurs principaux clients et fournisseurs, pour ainsi renforcer leur crédibilité vis-à-vis des bailleurs de

fonds habituels. Les cadres de ce secteur sont souvent d'avis que les banques et autres sources de capitaux évaluent de façon plutôt simpliste leurs besoins technologiques et leurs capacités.

- De nombreuses petites sociétés canadiennes de machinerie doivent hypothéquer leur avenir pour mettre au point et vendre des prototypes de nouveaux produits. Les coûts des prototypes ne sont pas admis au titre des crédits d'impôt s'appliquant à la R-D. Le volet actuel «Recherche scientifique et développement expérimental» du programme de stimulation fiscale devrait être réexaminé, reformulé ou réinterprété, afin de reconnaître chez les sociétés de machinerie que la R-D est souvent différente de celle qui se fait dans de nombreux autres secteurs.

- Les entreprises canadiennes de machinerie devraient améliorer leur planification en intégrant le développement technologique à leur plan d'entreprise; offrir une meilleure formation technique; promouvoir et appuyer les partenariats avec les universités, les collèges et les gouvernements; se prévaloir des programmes d'aide du gouvernement; établir des relations professionnelles étroites avec leurs principaux clients; et évaluer la possibilité de créer une société de commerce extérieur qui aiderait à commercialiser les machines canadiennes sur les marchés étrangers.

Historique de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie»

Dans la «nouvelle» économie des années 1990, les entreprises prospères à forte valeur des pays industrialisés sont mues par l'innovation et incitées à consacrer des fonds à de nouveaux produits et procédés. Elles axent de plus en plus leurs stratégies commerciales sur des connaissances et des compétences spécialisées pour adapter leurs propres technologies clés aux marchés particuliers.

Où se situe le Canada dans ce nouveau milieu en évolution rapide, où les alliances et les relations changent constamment? La faible capacité d'innovation de l'industrie canadienne est une préoccupation du Conseil des sciences du Canada depuis 1971, année où l'organisme a fait paraître le rapport *L'innovation en difficulté*. Le Conseil a exprimé à nouveau ses inquiétudes dans sa déclaration intitulée *Innovation sectorielle*, publiée en 1987. Concentrant alors son attention sur les mesures susceptibles d'être prises au niveau sectoriel, le Conseil affirmait :

> Les milieux industriels et gouvernementaux du Canada sont de plus en plus conscients du rôle clé joué par la technologie et la R-D dans la concurrence intérieure et internationale. Le Conseil des sciences considère qu'il incombe avant tout à l'industrie de relever le calibre de la technologie et d'accroître les activités de R-D au Canada. Néanmoins, les gouvernements peuvent venir en aide aux milieux industriels dans leurs efforts pour maintenir leur compétitivité à long terme à la fois en collaborant avec des entreprises individuelles et en bâtissant un consensus sur l'élaboration de stratégies d'innovation adaptées aux divers secteurs industriels. Il ne s'agit pas, pour les gouvernements, de dire aux entreprises ce qu'elles doivent faire, mais bien de favoriser la collaboration entre celles-ci dans une perspective d'autodéveloppement. Pour parvenir à un tel consensus sur la stratégie à adopter pour un secteur particulier, il faut établir une collaboration étroite et continue avec les industries sur le rôle actuel de la technologie et de la R-D dans le secteur, sur les perspectives de développement et sur la nature des sources, des stimulis et des formes d'innovation technologique. De toute évidence, pour réussir, il faudra élaborer des stratégies d'innovation distinctes pour chaque secteur de l'industrie. Le Conseil des sciences souhaite qu'en bâtissant ce consensus, on parviendra à déterminer les priorités, à établir les domaines qui se prêtent à la coopération et à élaborer un plan d'action.

Cet énoncé s'est révélé une étape importante de la décision qu'a prise par la suite le Conseil d'entreprendre un grand projet sur les stratégies sectorielles en matière de technologie.

En 1989, à un moment où l'état de la compétitivité canadienne suscitait beaucoup de préoccupations et où l'on s'interrogeait sérieusement sur le faible niveau des dépenses brutes affectées à la recherche et au développement au Canada par rapport à d'autres pays industrialisés, Industrie, Sciences et Technologie Canada (ISTC) a accepté d'assurer la plus grande partie du financement de ce projet. ISTC a aussi choisi les secteurs sur lesquels il souhaitait que porte le projet.

Chaque rapport de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» s'inspire en partie d'analyses commandées par le Conseil des sciences du Canada à des entrepreneurs; celles-ci sont conçues pour révéler la dynamique de l'innovation technologique dans le secteur et celle des stratégies des sociétés en matière de technologie. Chaque rapport a aussi bénéficié, dans une large mesure, des observations et des conseils formulés par les nombreux experts externes des milieux d'affaires, universitaires et gouvernementaux, auxquels on rend hommage dans les remerciements.

Commentaire sur la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» et sur les objectifs de la R-D

La série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» porte sur 15 secteurs d'activité au Canada. À la lumière de l'analyse effectuée, le Conseil des sciences du Canada formule les commentaires suivants sur le rendement du Canada en recherche et développement (R-D) et sur l'établissement d'objectifs sectoriels de R-D.

- Regroupées par secteur, les entreprises canadiennes exécutent généralement beaucoup moins de travaux de R-D que leurs concurrents commerciaux. En pourcentage des ventes, la R-D représente, pour les entreprises canadiennes, entre le tiers et la moitié de ce qu'effectuent dans le domaine leurs principaux concurrents sectoriels sur la scène internationale. Parmi les secteurs étudiés, celui des télécommunications constitue toutefois une exception digne de mention.

- Pour certaines lignes de produits ou technologies particulières, il faut atteindre certains seuils minimaux absolus de R-D et de dépenses d'investissement avant que les efforts consentis puissent éventuellement rapporter. Il est évident que les seuils minimaux sont élevés dans certains segments de secteurs, tels que les télécommunications (commutateurs de central téléphonique), les pièces automobiles (fournisseurs de premier niveau), le pétrole et le gaz (normes des raffineries sur l'essence reformulée) et l'électronique (fonderies où l'on traite les circuits intégrés). De tels seuils absolus ne peuvent être exprimés clairement en tant que pourcentage des ventes.

- Dans la majorité des 15 secteurs étudiés, la faiblesse des sommes allouées à la R-D par les entreprises s'explique par le choix de la stratégie commerciale et technologique (qui élimine presque les entreprises canadiennes de nombreux segments de marché à plus forte valeur ajoutée), la taille relativement petite des entreprises canadiennes, le haut niveau des seuils absolus de dépenses au titre de la R-D qu'il faut consentir pour jouer un rôle prépondérant, surtout dans le domaine des stratégies technologiques novatrices, et le pourcentage de propriété étrangère dans les entreprises canadiennes (un facteur particulièrement important dans les secteurs des pièces et des véhicules automobiles).

- L'insuffisance de R-D au Canada par rapport aux autres pays n'est que l'un des nombreux facteurs qui nuisent à la compétitivité du pays. Parmi ceux-ci figurent les coûts des investissements et de la main-d'œuvre, la qualité technique, la commercialisation et la gestion. La contribution de la R-D, ou plus précisément de l'innovation technologique, est pourtant de plus en plus marquée dans l'économie mondiale, mais le Canada continue de tirer de l'arrière en ce domaine. Le faible niveau de R-D affecte tout particulièrement les secteurs canadiens qui reposent sur l'exploitation des ressources en réduisant leur compétitivité dans le cas des produits différenciés à plus forte valeur. Ces secteurs sont ainsi vulnérables aux fluctuations de prix défavorables, mais indépendantes de leur volonté, qui découlent par exemple d'une augmentation du taux de change.

- Les industries canadiennes disposent assurément d'un considérable potentiel d'accroissement de leurs investissements en R-D. Cependant, l'exploitation de ce potentiel dépend fortement de l'optique des dirigeants d'entreprises et de leur capacité d'utiliser la technologie de façon stratégique, d'accélérer le processus d'innovation dans l'entreprise, de travailler plus étroitement avec les fournisseurs et les «clients exigeants» d'un bout à l'autre de la chaîne de production, et de

se doter des ressources nécessaires pour innover davantage et faire de la R-D. Les entreprises canadiennes n'ont pas encore saisi pleinement les répercussions de la stratégie nouvelle, dite stratégie de l'«entreprise superefficace» ou du «producteur flexible». Pour adopter cette nouvelle stratégie, elles devront chercher à offrir le meilleur produit possible à leurs clients. Afin de répondre aux besoins de ces derniers, elles devront intégrer les compétences d'une main-d'œuvre aguerrie à une structure de direction souple qui stimule les initiatives de coopération, tant au sein des entreprises qu'entre les entreprises.

- Les sociétés canadiennes œuvrant dans les secteurs étudiés cherchent surtout à adopter et à adapter des technologies existantes. Elles ne font guère place aux stratégies d'innovation technologique (une fois de plus, le secteur des télécommunications fait exception à la règle) et à peine quelques-unes d'entre elles se tournent vers les stratégies de pénétration des marchés dans le but de renforcer leur position concurrentielle. Dans l'ensemble, les entreprises des 15 secteurs envisagés ne font que peu d'efforts de diversification en dehors des lignes de produits existantes, préférant plutôt accroître l'efficacité de la production.

- Les gouvernements peuvent établir des objectifs de R-D par secteur, dans l'espoir d'inciter les entreprises à accroître leur rendement, à modifier leur stratégie commerciale et à obtenir un plus grand engagement du secteur privé à l'égard de la R-D. Cependant, la R-D effectuée par le secteur privé ne sera valable que si elle s'accompagne d'un vaste ensemble d'initiatives communes des secteurs public et privé, depuis les techniques améliorées et la production accrue jusqu'au financement et à la commercialisation. L'intensification des activités de R-D ne sera productive que si elle va de pair avec une stratégie commerciale en matière de technologie plus élaborée et conçue minutieusement afin d'appuyer les objectifs commerciaux des entreprises. Sinon, ces dernières ne pourront pas rassembler les investissements complémentaires requis pour tirer profit de la R-D. C'est l'entreprise qui doit engager des ressources aux fins de la R-D.

- Il devient de plus en plus difficile d'établir des objectifs par secteur en matière de R-D, puisque des facteurs tels les progrès technologiques, les changements dans la réglementation et les restructurations commerciales ont pour effet de décloisonner les secteurs. Les grandes entreprises diversifiées qui sont au premier plan de la R-D industrielle contemporaine s'adonnent en effet à des activités de R-D qui pourraient relever de plusieurs secteurs. Citons, par exemple, la R-D dans le domaine des textiles et des matériaux réalisée par de grandes entreprises japonaises de l'acier, la R-D en électronique effectuée par les fabricants de véhicules automobiles, et la R-D sur les logiciels faite par les entreprises de télécommunications. Les gouvernements canadiens ont, à juste titre, favorisé une intensification des efforts de R-D au sein des industries du pays. Vu le rythme rapide des progrès scientifiques et des changements techniques, d'une part, et compte tenu du rôle de l'interdépendance des systèmes et de la synergie entre les techniques, d'autre part, l'établissement d'objectifs de R-D ne semble pas justifier l'effort soutenu, la coopération et, en dernière analyse, l'engagement nécessaires du gouvernement fédéral, des gouvernements provinciaux et des organismes privés.

Liste des rapports de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie»

N° 1	Les télécommunications au Canada
N° 2	Les pièces automobiles au Canada
N° 3	Le fer et l'acier au Canada
N° 4	Les véhicules automobiles au Canada
N° 5	Le pétrole et le gaz naturel au Canada
N° 6	Les produits pétrochimiques et les résines au Canada
N° 7	Les banques au Canada
N° 8	Les métaux non ferreux au Canada
N° 9	Les produits forestiers au Canada
N° 10	La machinerie au Canada
N° 11	Les aliments et boissons au Canada
N° 12	L'énergie électrique au Canada
N° 13	Le génie-conseil au Canada
N° 14	L'électronique au Canada
N° 15	Les logiciels et les services informatiques au Canada

Remerciements

Le Conseil des sciences du Canada remercie les personnes et les organismes suivants, qui ont contribué à la préparation du présent rapport grâce aux conseils et aux renseignements qu'ils ont fournis : Canada Consulting Cresap, Toronto; Larry Zepf, Zepf Technologies Inc., Waterloo; Frank Pickersgill, Western Combine Corp., Guelph; Kevin Keats, Eimco Jarvis-Clark Ltd., Burlington; Derek Hamilton, King Equipment Manufacturing Corporation, Woodstock; C.H. Wood, Flexmaster Company Ltd., Richmond Hill; Eric Harrison, Zenon Water Systems Inc., Burlington; Jim White, Wajax Manufacturing Ltd., Lachine; Brian Glutek, Husky Injection Molding Systems Inc., Bolton; Randy Little et Peter French, Giffels Associates Ltd., Cambridge; Ron Thomas, Ottawa; Don Treble et Dennis Shanley, Industrie, Sciences et Technologie Canada, Ottawa.

Les opinions et les conclusions contenues dans le présent rapport sont celles du Conseil des sciences du Canada et ne représentent pas nécessairement celles d'autres personnes ou d'autres organismes.

Le comité du Conseil des sciences du Canada qui a dirigé le projet se composait des personnes suivantes :

John Roth, président, Systèmes sans fil, Northern Telecom (président du comité jusqu'en février 1991);
Simon J.S.W. Curry, directeur, Modélisation au niveau du système, Recherches Bell-Northern Ltée (président du comité depuis février 1991);
Morrell Bachynski, président, MPB Technologies Inc.;
Richard Bolton, directeur général, Centre canadien de fusion magnétique, Institut de recherche d'Hydro-Québec;
Richard Dillon, directeur, Alafin Consultants Ltd.;
Gerry B. Dyer, directeur de la recherche, Du Pont Canada Inc.;
*J. Barry French, professeur, Institute for Aerospace Studies, Université de Toronto;
James Gilmour, directeur de l'analyse des politiques, Conseil des sciences du Canada;
Gordon Gow, président-directeur général, Société internationale de l'Ontario;
Janet Halliwell, présidente, Conseil des sciences du Canada (depuis août 1990);
Geraldine Kenney-Wallace, présidente, Conseil des sciences du Canada (jusqu'à juillet 1990);
Bernard M. Leduc, chef de la direction scientifique et directeur régional, Wyeth-Ayerst Research — Canada;
Guy P. F. Steed, directeur des programmes, Conseil des sciences du Canada;
Andrew J. Szonyi, président, Canadian Resource Management Ltd.;
Graham Taylor, directeur, Innovation et diffusion de la technologie, Industrie, Sciences et Technologie Canada;
Hugh Wynne-Edwards, président, Terracy Corporation.

Le personnel du projet comprenait :

Rick Clayton, agent de projet et membre du comité du projet, Conseil des sciences du Canada;
Tim Hodges, attaché de recherche, Conseil des sciences du Canada.

* Chargé d'assurer la liaison avec le comité pour le rapport sur la machinerie.

Introduction

Le secteur de la machinerie[1] offre une gamme de produits très variés — depuis les machines agricoles jusqu'à l'équipement de manutention ou de traitement des eaux et des déchets. Toutefois, pour tous ces produits, le développement technologique progressif est essentiel et doit s'accomplir à grande échelle.

Le secteur dans son ensemble est caractérisé par le faible volume de production en série et la petite taille des lots moyens. La plupart des produits sont fabriqués en lots de moins de 50 articles. Ceci influe sur la technologie et l'organisation de la production, qui doivent répondre aux pressions en faveur d'une grande variété et aux besoins particuliers des clients. La technologie de l'information, notamment l'équipement informatique, ont pénétré le secteur et permis la production efficace par lots. On a souvent fait appel à l'informatique et à la technologie mécanique pour élaborer des systèmes mécaniques plus souples, et de nombreuses activités, notamment la conception, l'établissement de la production, la production superefficace et la commercialisation, ont été regroupées pour former un système automatisé.

Si le secteur canadien de la machinerie compte quelques entreprises exceptionnellement créatives et avant-gardistes, la plupart d'entre elles sont petites et éprouvent des difficultés à entreprendre un développement plus poussé ou d'importants travaux de recherche et développement (R-D).

Le présent rapport vise surtout à déterminer les stratégies technologiques des sociétés canadiennes de pointe et à comparer le rendement du secteur sur le plan de la R-D avec celui de ses principaux concurrents. Le rapport traite également des motifs expliquant les différences de rendement en R-D et leur effet éventuel sur la compétitivité.

---

[1] Tout au long du présent rapport, le terme «machinerie» fait référence aux «machines non électriques». Le secteur de la machinerie électrique fait l'objet du n° 12 de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie», intitulé *L'énergie électrique au Canada*. Il existe toutefois peu de différences sur le plan des stratégies technologiques entre le sous-secteur canadien de la machinerie électrique et celui de la machinerie non électrique.

La machinerie au Canada et dans le monde

Généralement parlant, la machinerie pourrait se définir comme l'équipement utilisé par l'industrie pour produire, traiter, assembler ou fabriquer des biens. Les machines et produits connexes ne sont pas en eux-mêmes des produits finis destinés aux marchés de masse; il s'agit plutôt d'une série de biens intermédiaires à partir desquels les produits finis sont fabriqués. Bien sûr, ces produits finis varient énormément. Ils peuvent être simples, comme une balle de foin ou une poêle à frire, ou complexes, comme un avion de ligne à réaction. Ils peuvent être fabriqués à partir de matériaux ordinaires, comme le bois, le plastique, l'acier ou l'aluminium, ou encore de substances moins courantes comme le titane, la fibre de carbone ou le diamant. Le secteur a pour rôle et objectif de produire de l'équipement matériel servant à la transformation de matières premières en produits finis.

L'expression «secteur de la machinerie», qui englobe de nombreux produits, possède néanmoins plusieurs caractéristiques générales :

- Les ventes, à caractère fortement cyclique, sont un indicateur important du cycle conjoncturel. Les commandes de machines augmentent si les chefs d'entreprise pressentent un essor économique. Inversement, toute baisse du nombre de commandes annonce en général un recul. Nous examinerons ci-après la mesure dans laquelle le secteur de la machinerie influe sur les cycles conjoncturels et, en conséquence, sur l'économie canadienne dans son ensemble.

- Les machines et produits connexes sont vendus en fonction de la valeur qu'ils ont pour les entreprises qui en ont besoin. En d'autres termes, il existe pour ces produits moins de clients — ceux-ci sont toutefois plus avertis — que pour les produits manufacturés dans leur ensemble. En général, les entreprises clientes peuvent facilement voir quelles machines elles peuvent utiliser et lesquelles leur sont inutiles. Les machines doivent fonctionner tel qu'annoncé. Bien que la promotion et la commercialisation soient importantes, la machine doit faire ses preuves.

- La réussite ou l'échec des sociétés de ce secteur dépend beaucoup de la technologie, laquelle constitue un facteur important qui intervient dans le rendement commercial des sociétés plus avancées.

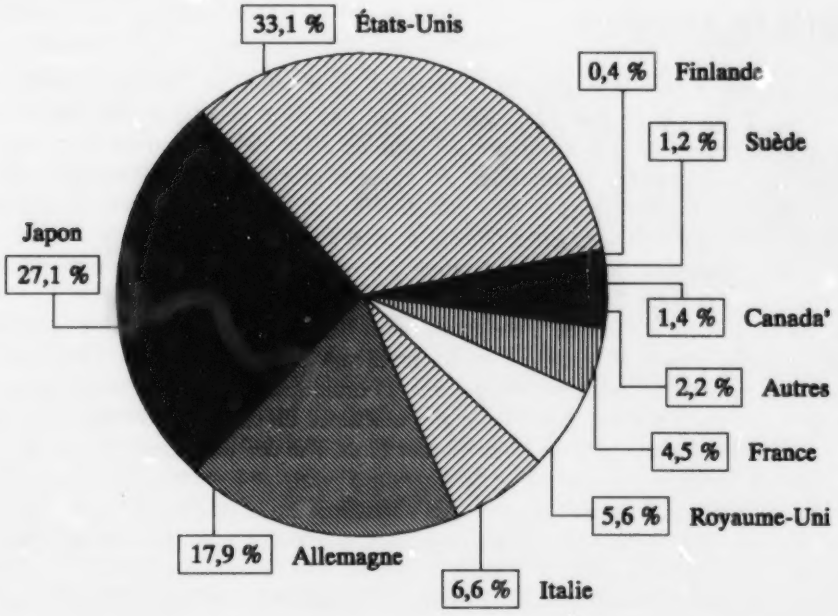
Au sein de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), le marché de la machinerie est dominé par les États-Unis, qui en détiennent 33,1 p. 100, suivis du Japon, avec 27,1 p. 100, et de l'Allemagne, avec 17,9 p. 100 (*voir* figure 1). Bien que les États-Unis demeurent le plus grand producteur, leur part du marché vient de baisser sensiblement. L'Allemagne et le Japon, quant à eux, continuent de se tailler une place plus importante sur le marché mondial. Dans les années 1980, le taux réel composé de croissance annuelle de la production de machines a baissé de 1,6 p. 100 aux États-Unis, tandis qu'il a connu une hausse de 5,7 p. 100 en Allemagne et de 2,1 p. 100 au Japon.

Si ces trois pays ont dominé les marchés mondiaux, c'est surtout en raison de leur important marché national. Toutefois, le développement technologique et économique de leur secteur de la machinerie découle d'une évolution différente de leurs économies respectives.

La machinerie aux États-Unis

Le secteur américain de la machinerie demeure le plus diversifié au monde. Il est actif dans presque tous les grands sous-secteurs, notamment l'agriculture, l'extraction et le traitement des matières

Figure 1. Importants producteurs de machinerie membres de l'OCDE, d'après la valeur des expéditions, 1987



Source : Commission des Communautés européennes, *Panorama of EC Industry 1990*, et Statistique Canada.

* En 1987, le total des expéditions de l'OCDE atteignait 732 milliards de dollars canadiens.

premières, la construction, la fabrication (entre autres la fabrication d'outils et de matrices, l'usinage, le plastique et les moules), et les systèmes de fabrication de pointe (entre autres les robots et les systèmes pilotés par ordinateur).

En outre, aux États-Unis, le secteur a mis au point des machines de pointe destinées à l'industrie spatiale et à l'industrie de la défense, entre autres des pièces d'ultraprécision, des machines permettant de manipuler des matériaux spéciaux et des produits aérospatiaux. Ce même secteur compte également de nombreuses multinationales qui produisent diverses machines — par exemple Caterpillar, qui fabrique de l'équipement de construction et John Deere, qui fabrique des machines agricoles.

Aux États-Unis, l'industrialisation massive du début du XX^{e} siècle, conjuguée à un important marché national, ont permis la mise au point d'équipement spécialisé dans la plupart des secteurs de la machinerie. En plus de donner le branle à la fabrication d'outils et de matrices, à l'usinage et aux chaînes de production motorisée, l'introduction de la production en série, en particulier dans la fabrication automobile, a stimulé la fabrication de nouvelles machines de forage et de traitement pétroliers, et même les techniques de construction. Les États-Unis étaient alors à la fine pointe de la technologie du traitement et possédaient un marché national suffisamment important pour financer le développement simultané de plusieurs variantes d'équipement. Aujourd'hui, bien qu'elle reste le principal intervenant mondial et continue de produire la plus grande variété d'équipement, l'industrie

américaine perd un peu de terrain au profit de l'Allemagne et du Japon, quoique ce soit pour des raisons différentes.

La machinerie en Allemagne

En Allemagne, le secteur a également pris de l'expansion au moment de l'industrialisation générale du début du XX[e] siècle. Toutefois, le marché national n'était pas aussi vaste que celui des États-Unis, et l'industrialisation était plus lente. La production en série de biens de consommation durables, comme les appareils électroménagers et les automobiles, est apparue plus tard qu'en Amérique du Nord. En raison du marché de moindre envergure et de l'industrialisation tardive, l'industrie allemande est devenue plus spécialisée que celle des États-Unis et a misé davantage sur les exportations. Elle a établi des liens solides avec l'industrie de la transformation des métaux, l'industrie des produits chimiques et l'industrie des transports publics (les chemins de fer et, plus tard, l'automobile).

L'essor de l'industrie allemande a été étroitement lié au système national d'éducation des travailleurs : ce système, considéré comme l'un des meilleurs au monde, produit constamment des opérateurs et des concepteurs de machine compétents. D'ordinaire, un étudiant passe un jour et demi dans les salles de cours de la société, deux jours aux machines du centre de formation de la société et un jour à une école technique avoisinante pour étudier la théorie des machines. Ce système expose les apprentis aux activités industrielles comme la fabrication d'outils et de matrices, la mécanique des petits instruments et l'usinage. De cette façon, toute l'industrie de la machinerie a pu se doter d'un bon réservoir de techniciens. Même dans le cas des ingénieurs professionnels, on a encouragé l'expérience pratique en atelier.

L'industrie allemande a toujours voulu offrir une qualité élevée, ce qui, en d'autres termes, signifiait un rendement supérieur à n'importe quel coût pour justifier sa spécialisation; autrement, de l'équipement général meilleur marché suffirait. L'essor du secteur dépend également d'un autre facteur : l'élimination des déchets. L'Allemagne a dû importer beaucoup plus de matières premières que les États-Unis, mais elle a su réduire considérablement les déchets en adoptant des niveaux élevés de précision et en traitant et manipulant les matériaux avec précision.

Après 1945, les fabricants allemands de machines ont tiré profit de la reconstruction de l'Europe et du nouveau Marché commun européen. Ils ont continué à dominer davantage le marché mondial que leurs rivaux britanniques, français et italiens réunis.

Les entreprises allemandes sont généralement de taille moyenne, contrairement aux entreprises américaines et japonaises. En 1989, l'Allemagne de l'Ouest accaparait plus de 40 p. 100 de la valeur de la production de machines de la Communauté économique européenne. Ces chiffres étaient l'équivalent de plus de 50 p. 100 et d'environ 65 p. 100 de la production respective des États-Unis et du Japon.

La machinerie au Japon

Au Japon, le secteur moderne de la machinerie s'est en grande partie articulé autour du nouveau concept de fabrication ou de production superefficace. En gros, cette technique élimine les déchets ou les réduit au minimum. Les matériaux sont traités de sorte que le produit fini soit fabriqué avec un minimum de matières premières. Le travail humain est réduit et restructuré et la production par machines, maximisée. Les ressources humaines sont réservées aux tâches plus exigeantes ou aux tâches où les compétences humaines peuvent mieux s'appliquer (par exemple, le travail faisant appel au bon sens ou à la création).

En pratique, il s'agit d'un processus hautement automatisé, nécessitant des machines principalement commandées par ordinateur et des robots afin de déplacer les matériaux et les produits finis. La production superefficace est un système complet — un processus de transformation des matières premières en un produit fini.

Les exigences technologiques imposées aux fournisseurs de machines dans ce contexte de production superefficace sont les plus rigoureuses au monde. Mais une telle production n'exige pas seulement une technologie de pointe. La machinerie automatisée n'a de valeur que si elle est installée et exploitée convenablement. De nouvelles compétences en gestion sont donc nécessaires. La production superefficace est le principal facteur à l'origine de la supériorité technologique dont jouit l'industrie automobile japonaise par rapport à ses concurrents américains et européens (*voir* la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» du Conseil des sciences du Canada, n° 4 — *Les véhicules automobiles au Canada*).

Le succès remporté par l'industrie automobile japonaise ainsi que par d'autres industries sur les marchés mondiaux a permis aux producteurs japonais de machines de se tourner vers des économies d'échelle. En fait, ces industries ne sont pas différentes de l'industrie de la machinerie aux États-Unis dans les années 1920 — à la fine pointe de la technologie, profitant d'un vaste marché qui peut financer le développement simultané de machines nombreuses et variées.

Bien que les Japonais aient habilement mis en place un système de gestion très fructueux, applicable à de nombreuses industries, il convient de noter que l'industrie allemande a pris un essor plus rapide. Grâce à sa spécialisation accrue, le secteur allemand a eu plus de possibilités de percer le marché des machines.

Toutefois, le secteur japonais est maintenant le deuxième plus important, après les États-Unis. En outre, ces derniers accusent une baisse annuelle de 1,6 p. 100, tandis que le secteur japonais enregistre une hausse de 2,1 p. 100. À mesure que les Japonais investissent davantage outre-mer, les fabricants japonais de machines peuvent exploiter plus de créneaux.

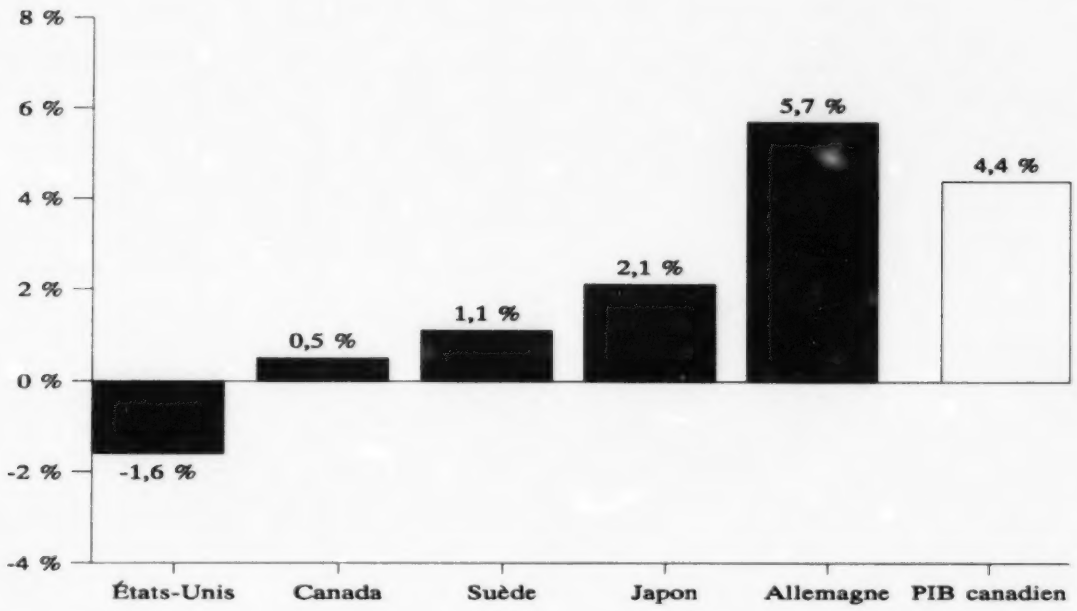
La machinerie au Canada

Au Canada, la croissance du secteur de la machinerie a été entravée, car au cours des trente dernières années, le pays a été à la traîne de la plupart des pays développés dans la production, l'élaboration et l'utilisation de machines. Entre 1960 et 1988, le taux d'investissement du Canada par rapport au produit intérieur brut (PIB) s'est élevé à 7,3, comparativement au taux moyen de 8,6 de l'OCDE.

Le secteur canadien est à l'origine d'à peine 1,4 p. 100 de l'ensemble des expéditions de machines non électriques de l'OCDE, et la croissance de la production canadienne est relativement faible, soit de 0,5 p. 100 par an (*voir* figure 2). Ce taux se rapproche plus du faible taux des États-Unis que des taux élevés du Japon et de l'Allemagne. De plus, il est bien inférieur à la croissance du PIB canadien, qui s'élevait à 4,4 p. 100 pendant la même période (1980-1989). Il est clair que le secteur canadien de la machinerie ne suit pas le rythme de l'économie en général. Quelle que soit la mesure utilisée, le secteur de la machinerie est l'un des moins performants du Canada. Il ne représente que 0,7 p. 100 à peine du PIB canadien[1]. Par contre, ce secteur équivaut à 2,1 p. 100 du PIB aux États-Unis, malgré la croissance négative depuis les dix dernières années. Le secteur ne représente que 1,49 p. 100 du PIB industriel canadien, comparativement à 2,92 p. 100 du PIB industriel de l'OCDE.

Le Canada est un intervenant mineur dans le secteur mondial de la machinerie. Il détient seulement 1,4 p. 100 du marché de l'OCDE et est à l'origine de moins de 5 p. 100 des exportations de l'OCDE (*voir* figure 3).

Figure 2. Taux réel composé de croissance annuelle de la production de machines, 1980-1989



Source : Analyse, par Canada Consulting Cresap, de données provenant du document intitulé *Panorama of EC Industry 1990* de la Commission des Communautés européennes, du FMI et de Statistique Canada.

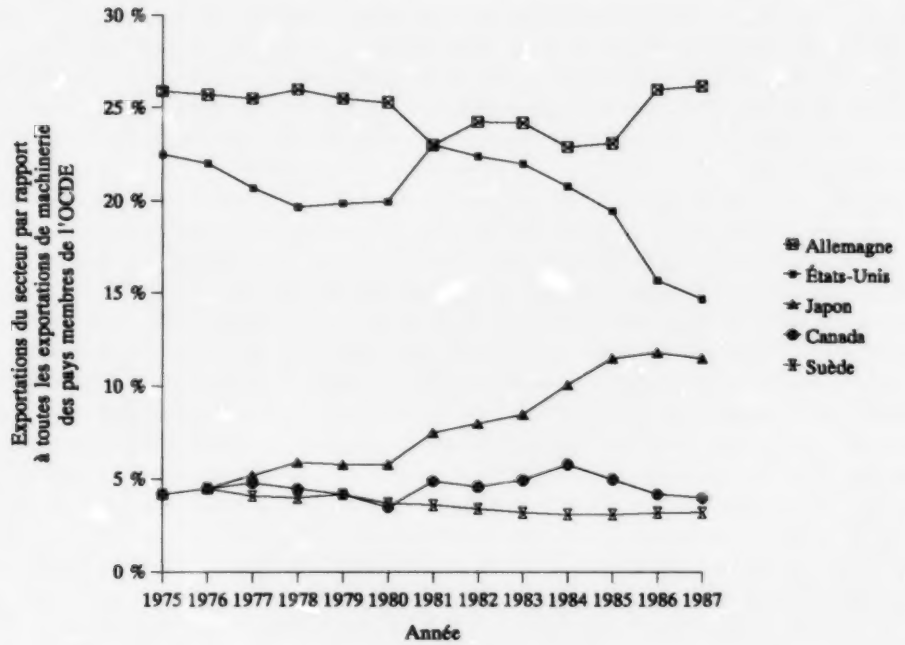
Nota : Le taux composé de croissance annuelle a été calculé à partir des chiffres de production en devises locales, ajustés à l'aide du déflateur local de prix des produits industriels. La croissance du PIB canadien et la croissance de la production japonaise visent les années 1980 à 1988; le taux de croissance de la Suède porte sur les années 1980 à 1987.

Étant donné que le marché national est relativement petit dans la plupart des sous-secteurs, les sociétés qui ne parviennent pas à exporter ne peuvent être concurrentielles. Sans cette compétitivité, de nombreuses entreprises canadiennes ne peuvent se payer de laboratoires de recherche, ni d'usines pilotes, ni de méthodes de fabrication à la fine pointe. C'est un cercle vicieux que seules une bonne gestion et des idées novatrices peuvent briser.

En outre, les intérêts étrangers sont fort présents dans certains secteurs clés comme l'industrie pétrochimique, l'industrie automobile et l'industrie de la fabrication. Les sièges sociaux étrangers prennent donc de nombreuses décisions concernant les achats, qui donnent lieu au rétrécissement d'un marché national déjà petit. Toutefois, l'*Accord de libre-échange entre le Canada et les États-Unis* repousse fortement les frontières de ce marché national limité.

Historiquement, les entreprises canadiennes de machinerie ont eu tendance à se concentrer sur le marché intérieur et se sont intégrées horizontalement pour former de grands conglomérats diversifiés. Ces entreprises ne sont pas parvenues à réaliser des économies d'échelle dans l'un ou

Figure 3. Tendance des exportations de machines, exprimée en pourcentage des échanges commerciaux de machines de l'OCDE, 1987



Source : Analyse, par Canada Consulting Cresap, des données tirées de *Commerce extérieur par produit*, OCDE, 1987.

l'autre des sous-secteurs. C'est pourquoi il n'existe que des spécialistes, et aucune entreprise généraliste qui se consacre à la fabrication à faible coût.

Au Canada, les plus grosses usines de machines sont généralement hautement spécialisées afin de réaliser des économies d'échelle sur le plan de la production de machines ou d'équipement standard disponibles immédiatement. Il s'agit de filiales presque entièrement rationalisées de multinationales. Toutefois, dans certains sous-secteurs, notamment dans ceux du matériel de laminoirs à métaux et de soudage, la compétitivité des filiales canadiennes d'entreprises américaines est limitée, bien que ces filiales aient accès aux technologies de la société mère, car la technologie de nos voisins du sud n'est pas aussi perfectionnée que celle des Japonais et des Allemands.

Il est surprenant de constater que la mise sur pied d'industries extractives au Canada n'a pas stimulé davantage l'expansion du secteur connexe de la machinerie. Cela peut s'expliquer en partie par le fait qu'au Canada, les industries de machinerie axées sur les ressources ont été pendant longtemps anormalement ouvertes et vulnérables à la compétition étrangère. Contrairement à la plupart des entreprises de fabrication canadiennes, elles n'ont pratiquement pas joui de protections douanières. Un peu plus tôt au XX^{e} siècle, le gouvernement a accordé un traitement tarifaire spécial aux sociétés minières et forestières ainsi qu'aux agriculteurs canadiens relativement à leurs achats de machines. Ces tarifs spéciaux peu élevés ont permis de réduire les coûts liés aux machines et amélioré sensiblement la compétitivité. Dans la plupart des sous-secteurs canadiens de la machinerie axés sur les ressources,

les importations occupent une part très importante du marché. Seules les industries d'équipement forestier et de production d'énergie sont parvenues à conserver près de la moitié de leur marché national.

Le secteur de la machinerie connaît une pénurie d'ingénieurs, de gestionnaires et d'ouvriers expérimentés. La faiblesse du système canadien d'apprentissage a donné lieu à une pénurie de travailleurs spécialisés. Le secteur admire le système allemand. Là-bas, de 60 à 70 p. 100 des étudiants participent à des programmes d'apprentissage. Après trois années de formation, ils deviennent des machinistes à temps plein ou poursuivent leurs études dans un collège technique afin de devenir concepteurs de machines[2].

La situation actuelle au Canada est pénible. Au moment où le nombre et les capacités des travailleurs augmentent (par exemple, en résolution de problèmes et en contrôle statistique du processus), on observe un désintérêt pour la formation dans les métiers spécialisés. Selon une étude effectuée en Ontario, malgré l'augmentation de 6,6 p. 100 des inscriptions aux écoles secondaires canadiennes entre 1985 et 1988, le nombre d'élèves en technologie a diminué de 12 p. 100[3].

Bien que les universités canadiennes assurent une bonne formation générale aux futurs ingénieurs en mécanique, les entreprises d'usinage doivent investir de deux à trois années en formation sur le tas avant que les ingénieurs ne deviennent des concepteurs de machines compétents[4]. Mais vu le petit nombre d'entreprises de machinerie, il est difficile de justifier la mise sur pied d'un système qui réduirait cette pénurie de personnes expérimentées en conception, en élaboration et en utilisation de machines-outils, en robotique de systèmes de commande et en conception de machines tournantes.

La position de faiblesse du Canada dans le domaine des machines-outils a limité la fabrication de machines au pays. Pourtant les machines-outils, en particulier les systèmes flexibles robotisés, sont indispensables à la plupart des procédés de fabrication de machines.

Cette faiblesse a des répercussions profondes. Le Canada compte moins d'opérateurs de machines compétents que ses principaux concurrents commerciaux, et la formation y est plus onéreuse et moins accessible. La technologie des machines-outils n'est pas toujours à la fine pointe, et les sociétés ne peuvent tirer profit du transfert de connaissances qui s'effectue en cas de collaboration étroite avec le fournisseur ou quand elles servent d'emplacement d'essai. Les distributeurs sont moins bien informés et moins aptes à fournir des services de qualité car les machines et les pièces doivent être expédiées d'outre-mer.

La croissance des entreprises de machinerie a également été entravée par l'absence de capitaux de risque au Canada. Les investisseurs canadiens préfèrent les investissements à court terme, sans risque. Il est donc difficile de réunir suffisamment de capitaux pour mener des entreprises novatrices à long terme qui augmenteraient la part du marché et l'accès aux marchés d'exportation.

Si les taux d'intérêt élevés et la forte taxation au Canada ajoutent à la pénurie de capitaux de risque, ils réduisent également le nombre d'investissements rémunérateurs. Les sociétés canadiennes ne sont pas encouragées à investir dans des unités de production, ni à prendre de l'expansion par des fusions ou des acquisitions, comme les sociétés de pays où les coûts en capital et les taux d'imposition sont inférieurs.

La balance commerciale du Canada dans les sous-secteurs de la machinerie

Puisque le secteur de la machinerie englobe une vaste gamme de produits, toute analyse détaillée de l'industrie au Canada et ailleurs doit se faire par grands sous-secteurs.

Le secteur canadien de la machinerie compte plusieurs sous-secteurs, dont les plus importants sont la manutention des matériaux, la manutention des fluides, l'équipement mécanique de transmission de la puissance et l'équipement agricole (*voir* tableau 1).

Tableau 1. Sous-secteurs de la machinerie au Canada

Sous-secteur de la machinerie	Expéditions estimatives en 1988 (millions de dollars)	Pourcentage du total des expéditions canadiennes	Rapport exportations-importations par sous-secteur* en 1986
Manutention des matières	1 617	9,7	0,38
Manutention des fluides et transfert mécanique de la puissance	1 211	7,2	0,39
Agriculture	966	5,8	0,60
Machines pour plastiques et moules	942	5,6	0,95
Machines-outils	927	5,5	0,22
Construction	737	4,4	0,30
Lamnoirs et soudage	674	4,0	0,19
Exploitation forestière	503	3,0	1,95
Pétrole et gaz	408	2,4	0,85
Scierie et menuiserie	403	2,4	0,25
Pâtes et papiers	371	2,2	0,33
Mines	178	1,1	0,50
Transformation des aliments	77	0,5	0,32
Tous les autres	7 727	46,2	0,28
Total	16 741	100,0	0,34

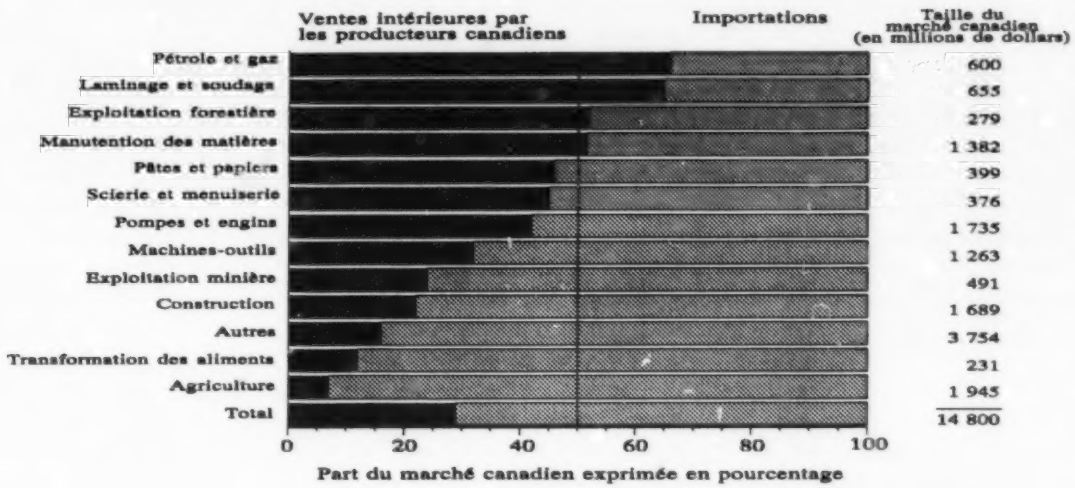
Sources : Statistique Canada et Industrie, Sciences et Technologie Canada.

* Rapport exportations-importations. Le chiffre 1 représente des exportations égales aux importations, tandis qu'un chiffre inférieur à 1 représente des importations plus élevées. Le rapport total de 0,34 signifie que le Canada importe trois fois plus qu'il n'exporte.

Soixante-et-onze pour cent des machines vendues au Canada sont importées (*voir* figure 4). En effet, en 1988, tous les sous-secteurs de l'industrie, à l'exception des machines utilisées pour l'exploitation forestière, accusaient un déficit commercial. Cependant, les sous-secteurs des moules et des machines destinées aux secteurs pétrolier, gazier et minier ainsi qu'au secteur des matières plastiques constituaient une force d'exportation (*voir* figure 5; il convient de noter que, dans les figures 4 et 5, les machines pour plastique et moules sont reprises sous la rubrique «Autres».

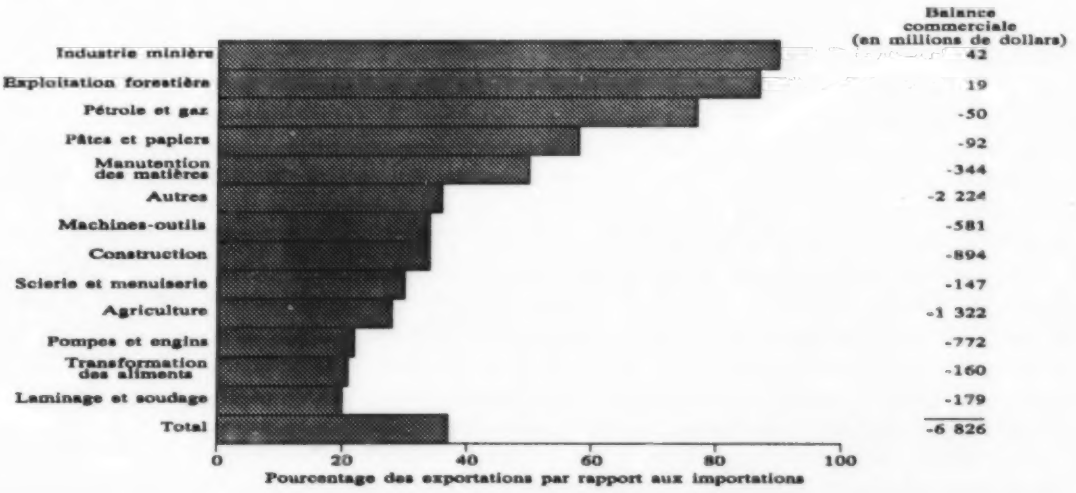
Ce déficit commercial dans la plupart des sous-secteurs constitue une entrave structurelle importante pour l'économie canadienne. À mesure que l'économie amorce une reprise dans le cycle conjoncturel normal, les sociétés de services et les fabricants canadiens, prévoyant une croissance, commandent des machines pour accroître leur capacité. En conséquence, le déséquilibre de la balance canadienne des paiements s'aggrave, puisqu'une importante proportion des machines achetées doit être importée. Par ailleurs, comme d'autres pays amorcent également une reprise dans le cycle conjoncturel, il n'y a bien sûr aucun gain d'exportation dans le secteur canadien de la machinerie.

Figure 4. Consommation du marché canadien de la machinerie, 1987



Source : Analyse, par Canada Consulting Cresap, de données tirées de Statistique Canada (n° 31-203), des profils d'industrie (1988) d'ISTC et du document intitulé *Le commerce et les mesures du secteur manufacturier, 1981-1987*, d'ISTC.

Figure 5. Pourcentage des exportations par rapport aux importations par sous-secteur de la machinerie, 1986



Source : Analyse, par Canada Consulting Cresap, de données de Statistique Canada et d'ISTC.

Nota : Un taux de 100 p. 100 d'exportation indique une balance commerciale en équilibre.

La situation ne s'améliore pas avec le temps. Selon une étude[5] du Conseil des sciences du Canada publiée il y a près de 10 ans, le rapport exportations-importations du secteur de la machinerie était particulièrement faible. Même en 1980, le Canada importait trois fois plus qu'il n'exportait — pratiquement les mêmes proportions que maintenant[6]. En effet, les entreprises canadiennes étaient trop petites pour vendre à l'échelle mondiale; certaines y parvinrent, notamment les entreprises de machines agricoles des Prairies.

Importations de machines et limites de la croissance canadienne

La faiblesse du secteur canadien de la machinerie pose un problème pour la croissance économique du pays. Pendant la seconde moitié des années 1980, les chercheurs ont utilisé des simulations sur ordinateur pour expérimenter «sur papier» différents scénarios de croissance au Canada[7]. Ces simulations visaient à permettre de mieux comprendre l'influence des facteurs technologiques sur l'économie canadienne[8]. Dans la majorité des cas, les chercheurs ont observé que des fonds d'investissement sortaient du pays pour payer des machines importées. Des résultats similaires ont été obtenus par d'autres organisations utilisant différents modèles.

D'autres simulations étaient basées sur une meilleure productivité de l'économie canadienne et tenaient compte des résultats positifs obtenus dans le cadre d'autres travaux de R-D industrielle. On a utilisé le modèle en apportant certains changements à la tendance des investissements industriels, en simulant des dépenses accrues en R-D et en augmentant la productivité grâce à des modifications sélectives aux coefficients facteur-produit.

Bien qu'ils soient soumis aux limites générales de l'analyse économétrique, les résultats sont significatifs. Les simulations ont indiqué qu'une productivité accrue donnait lieu à une croissance du PIB, mais qu'elle aggravait également le déficit de la balance des paiements causé par les importations de machines. La croissance supplémentaire de l'économie canadienne avait une influence négative démesurée sur la balance des paiements. Au Canada, une aggravation du déséquilibre de la balance des paiements donne généralement lieu à une hausse des taux d'intérêt. Le modèle réagissait automatiquement de cette façon. En fait, dans la plupart des simulations, et en dépit de la croissance globale plus élevée, le chômage progressait. La production supplémentaire, générée par la productivité supérieure, provoquait de légers changements dans les rapports internes capital-travail dans l'économie canadienne. L'économie connaissait une expansion, qui nécessitait néanmoins plus de capital et, fait surprenant, créait un chômage plus important[9].

Bien sûr, les simulations économétriques sont sujettes aux erreurs. Personne ne peut affirmer avec certitude que les changements apportés au modèle, ou même que les principes sous-jacents du modèle lui-même, reflétaient avec exactitude le fonctionnement de l'économie canadienne. Néanmoins, tout changement dans la structure économique provoquant une hausse des taux d'intérêt réels risque d'entraver le taux de croissance économique potentiel.

Selon les simulations, il pourrait y avoir certaines limites surprenantes au potentiel de croissance économique du Canada — à moins que le déficit commercial dans ce secteur ne soit comblé ou, à tout le moins, réduit.

Pour déterminer les possibilités d'amélioration dans le secteur canadien de la machinerie, il faut tenir compte de la nature de l'innovation dans la production de machines et découvrir ce qui empêche les entreprises canadiennes de machines de connaître une expansion plus rapide.

La nature des changements technologiques dans le secteur mondial de la machinerie

De nombreux facteurs poussent les sociétés de machinerie à améliorer leurs techniques, notamment les clients qui réclament de meilleurs services et des produits de qualité et de rendement supérieurs, de même que la concurrence accrue favorisée par la levée de certains obstacles au commerce et par le besoin d'élargir leur champ d'activité pour favoriser la distribution mondiale. Ces sociétés misent ainsi sur l'innovation, qui est également encouragée par la hausse du coût de la main-d'œuvre et les règlements sur la protection de l'environnement[10].

Les sociétés peuvent innover en se prévalant de nouvelles techniques de fabrication, comme les systèmes flexibles robotisés et la conception et la fabrication assistées par ordinateur. Les progrès en électronique et en robotique permettent de trouver de nouvelles solutions aux problèmes des clients[11].

Les sociétés du secteur jouissent d'un avantage concurrentiel lorsqu'elles différencient leurs produits ou qu'elles améliorent les procédés de fabrication.

Différenciation du produit

Selon le sous-secteur, en pratique, les clients paieront de 5 à 20 p. 100 de plus pour obtenir des produits, des caractéristiques, du rendement ou du service de qualité supérieure. Par exemple, dans le secteur des machines de réduction du bois en pâte, les clients paieront entre 5 et 10 p. 100 de plus[12]. Un meilleur appareil a donc une influence positive sur le rendement pour le consommateur final. Bien que cette règle varie sensiblement en fonction du mérite d'un produit, la différenciation du produit demeure l'une des clés du succès.

Dans le secteur de la machinerie, la différenciation du produit s'effectue d'abord par la mise au point de fonctions spécialisées difficiles à copier. Par exemple, en 1978, Caterpillar a mis au point un barbotin surélevé pour actionner les chenilles de ses plus gros bulldozers. Cet appareil, facile d'entretien, prolonge la durée de vie de la machine et améliore le rendement. Douze années plus tard, aucune entreprise rivale n'avait encore adopté de produits similaires, ce qui a permis à Caterpillar de vendre 25 000 bulldozers à barbotin surélevé et de conquérir 50 p. 100 du marché des gros bulldozers[13].

Les sociétés se différencient également par l'éventail de produits qu'elles offrent. Par exemple, depuis 1984[14], Caterpillar a doublé sa gamme de produits. Et le Groupe Denis, société canadienne, déclare pouvoir décrocher un contrat avec l'ex-Union soviétique car il peut fournir un ensemble complet d'engins forestiers de haut rendement[15].

La nécessité de différencier les produits a accéléré le rythme de développement et de lancement de produits. En 1989, la société John Deere a renouvelé 60 p. 100 de sa gamme mondiale en modernisant ses produits ou en les remplaçant; il s'agissait du nombre le plus élevé de nouveaux produits depuis sa création, il y a 152 ans. Dans son usine de Welland, en Ontario, le temps requis pour élargir la gamme de produits a presque été réduit de moitié, passant de trois ans à un peu plus de 18 mois[16].

Toutefois, il peut y avoir une limite à la fréquence de modification des produits. Les nouveaux produits occasionnent souvent des coûts supplémentaires sur le plan de l'équipement de fabrication, du stock des pièces de rechange et de la formation dispensée au personnel chargé de la fabrication, de la commercialisation, de la vente et de l'entretien.

Améliorations des procédés de fabrication

Le deuxième moyen de devenir plus concurrentiel est de tirer profit des progrès technologiques qui réduisent les coûts de production et améliorent la qualité.

Chez John Deere, par exemple, une cellule de fabrication équipée de systèmes et d'engins intégrés produit maintenant une pièce qui, auparavant, transitait par 43 postes de travail. Comme la pièce ne demeure plus en stock que trois jours au lieu de 43, les coûts ont diminué en conséquence[17].

Par ailleurs, Caterpillar a réduit ses coûts de 35 p. 100 en regroupant en une cellule toutes les machines, le soudage et l'assemblage des pièces d'essieu avant de niveleuse — tâche autrefois effectuée dans quatre bâtiments différents[18].

Le fournisseur généraliste et le fournisseur spécialisé

Le secteur mondial de la machinerie est partagé entre les fournisseurs généralistes et les fournisseurs spécialisés. Comme son nom l'indique, le généraliste opère dans plusieurs sous-secteurs. Il est surtout caractérisé par son envergure, nécessaire pour élaborer des produits et améliorer les procédés dans plusieurs sous-secteurs à la fois. Le spécialiste, quant à lui, se concentre sur un ou plusieurs sous-secteurs et conçoit des produits spécialisés que les généralistes, quoique gros, ne peuvent facilement copier. Dans l'ensemble, les stratégies des États-Unis et du Japon sont généralistes et celles de l'Allemagne, spécialisées. En conséquence, il n'est pas surprenant que les secteurs des États-Unis et du Japon comptent surtout de grandes sociétés tandis que le secteur allemand comprend un plus grand nombre de petites et moyennes entreprises.

Bien que certains spécialistes soient de grandes entreprises, la plupart d'entre eux sont de petites sociétés, fabriquant habituellement sur commande et rapidement de l'équipement ou diverses gammes de produits. Ils jouissent donc d'une bonne marge de manœuvre ou encore disposent de grosses machines spécialisées dont le délai de mise en production est long.

Le succès des généralistes et des spécialistes se mesure d'après leur rendement technologique. Le premier différencie ses produits en offrant des prix inférieurs grâce à un traitement perfectionné et le second, en leur donnant un caractère unique. Quelle que soit la démarche adoptée, la technologie est un facteur déterminant.

Chaque stratégie présente des avantages et des inconvénients. L'étude de trois sous-secteurs particuliers (équipement forestier, matériel de construction et matériel agricole) met en lumière les forces et les faiblesses des deux démarches.

Sociétés d'équipement forestier

Le sous-secteur mondial de l'équipement forestier est dominé par quatre sociétés, qui contrôlent 60 p. 100 du marché. La société finlandaise Rauma-Repola, contrôle 22 p. 100 du marché (sa filiale canadienne, Timberjack, représente 58 p. 100 de cette part); la société finlandaise Valmet en détient 13 p. 100; le fabricant américain de matériel agricole John Deere, 15 p. 100, et le géant américain de l'équipement de construction, Caterpillar, 10 p. 100 (*voir* tableau 2).

Dans ce sous-secteur, il existe une différence entre les stratégies techniques des sociétés spécialisées, dont l'occupation première est la fabrication de matériel forestier, et John Deere et Caterpillar, dont l'occupation première est différente.

En raison de leur champ d'action limité, les sociétés spécialisées ne peuvent livrer concurrence à John Deere et à Caterpillar sur le plan des techniques de fabrication. Elles font donc concurrence en s'approvisionnant à l'extérieur en sous-éléments importants, comme les moteurs

Tableau 2. Part du marché des principales sociétés d'équipement forestier

Société	Recettes tirées de l'équipement forestier en 1989 (en millions de dollars canadiens)	Part du marché (en %)	Pays de propriété	R-D-ventes (en %)	Stratégie technologique[§]	Principal genre de produit de la société
Rauma-Repola[*†]	433	22	Finlande	1,1	Innover	Fabriques de papier
John Deere[†]	300	15	États-Unis	4,8	Adapter	Équipement agricole
Valmet	265	13	Finlande	3,5	Innover	Machines à papier
Caterpillar[†]	200	10	États-Unis	2,0	Adapter	Équipement de construction
Groupe Denis[‡]	26	1	Canada	2,1	Innover	Équipement forestier
Harricana[‡]	22	1	Canada	2,7	Innover	Équipement forestier
Autres	754	38				
Total	2 000	100				

Source : Entrevues et rapports annuels de Canada Consulting Cresap.

* Rauma-Repola tire 250 millions de dollars en recettes de sa filiale canadienne Timberjack, qui détient le mandat mondial de R-D, de commercialisation et de fabrication des produits Timberjack.

† Rapport R-D/ventes pour toute la société.

‡ Le plus grand fabricant d'équipement forestier détenu par des intérêts canadiens.

§ Pour plus de détails, *voir* l'annexe.

et les essieux, et en faisant appel à leurs compétences en exploitation forestière (en consultation avec les clients) en vue de développer des produits qui répondent mieux aux besoins.

Par ailleurs, John Deere et Caterpillar ne sont pas intéressées à travailler avec des clients en vue de personnaliser des produits dont le volume de fabrication sera peu élevé au départ. Elles améliorent progressivement leurs produits et se fient à leurs réseaux mondiaux de distribution pour tirer un avantage concurrentiel.

Toutefois, à mesure que le rythme de changement s'accélère, les fabricants spécialisés en équipement forestier pourraient accroître leur part du marché. John Deere et Caterpillar ont déjà vu leur part réduite en permettant sans résistance à des fabricants spécialisés de percer de nouveaux marchés. Ces fabricants, par exemple, ont mis au point des ébrancheuses et des abatteuses-empileuses automatisées qui permettent à un opérateur de machines de faire à lui seul le travail d'au moins quatre travailleurs munis de tronçonneuses[19].

Valmet, dont le taux composé de croissance annuelle a été de 27 p. 100 de 1985 à 1989, a fait preuve de dynamisme en acquérant des sociétés d'équipement forestier dans le monde entier. La

société a formé une coentreprise avec l'ex-Union soviétique afin d'élaborer de nouveaux produits, en plus de mettre au point des débusqueuses et des chargeuses à direction[20]. Valmet est une société qui a opéré une intégration ascendante et misé sur la commercialisation et la différenciation concurrentielle. En d'autres termes, elle profite de sa présence dans divers pays, grâce aux fusions et aux coentreprises, pour assurer la promotion de ses produits.

La société Rauma-Repola fait appel à ses vastes connaissances en foresterie pour mettre au point de l'équipement forestier novateur. Bien qu'elle soit le plus gros fournisseur mondial de ce type de matériel, l'équipement forestier représente à peine quelque 13 p. 100 de ses ventes totales[21]. Outre l'équipement forestier, la société possède de grandes usines de pâtes et papiers, des scieries et des ateliers de menuiserie. Toutefois, il convient de noter qu'elle suit la chaîne de transformation à valeur ajoutée pour tout le secteur de la foresterie et des produits forestiers. C'est une société intégrée verticalement.

L'intégration verticale permet à Rauma-Repola d'accroître ses compétences en foresterie et de mieux adapter ses produits à ses besoins et à ceux de ses clients. Étant donné que d'autres secteurs de ses activités forestières lui garantissent des acheteurs, la société réduit les risques liés à l'investissement dans de nouveaux produits et dans des unités de production. En outre, vu sa taille, Rauma-Repola finance de grandes installations de recherche dans le but d'élaborer une gamme complète de produits (allant de l'équipement forestier à l'équipement de réduction du bois en pâte) qu'elle a l'habitude de fournir à d'autres sociétés intégrées de produits forestiers. Sa stratégie n'est toutefois pas sans risque. En raison des demandes internes, la société pourrait perdre contact avec d'autres acheteurs d'équipement forestier, et la pression à l'origine de la création de nouveaux produits pourrait s'atténuer ou s'estomper avec la présence d'un client garanti.

Sociétés de matériel de construction

Il y a peu de chances de trouver, dans l'industrie de la construction, des innovateurs petits ou spécialisés. Seules les grandes sociétés de machines de construction, comme l'entreprise américaine Caterpillar ou l'entreprise japonaise Komatsu, peuvent se permettre les gros investissements nécessaires pour accroître les ventes et la commercialisation et pour apporter au procédé les améliorations technologiques requises pour être concurrentielles dans le monde entier. La principale différence entre les sous-secteurs de l'équipement forestier et de la construction réside dans le nombre de clients. Bien que le nombre de clients soit limité dans l'industrie forestière (étant donné le nombre limité de vastes forêts exploitables), il existe de nombreuses sociétés de matériel de construction et également beaucoup de clients dans le monde entier.

Comme les clients se préoccupent surtout de la capacité de la société à fournir des produits à valeur élevée et des services de suivi, les grands réseaux de distribution constituent un élément important du succès du secteur. Par exemple, les concessionnaires de Caterpillar sont généralement beaucoup plus gros que leurs rivaux; en conséquence, ils peuvent offrir à leurs clients des services et un financement supérieurs.

Bien que la création de nouveaux produits procure un avantage concurrentiel, souvent, la société n'en tire pas profit si elle ne peut fournir sur le terrain le soutien et l'entretien des nouveaux produits spécialisés. Même lorsque les petites sociétés sont les premières à élaborer des produits novateurs, les grosses sociétés peuvent concevoir des produits similaires et les commercialiser plus rapidement, car les petites sociétés ne disposent pas d'un réseau mondial de distribution bien établi. De plus, la technologie supérieure des grosses sociétés leur permet de fabriquer des produits d'une qualité supérieure à un coût moindre que ceux des petits innovateurs. Cette supériorité sur le plan de la

technologie des procédés signifie en fait que les grandes sociétés généralistes se tournent vers une production ou une fabrication superefficaces.

Comme l'observait *BusinessWeek*, Caterpillar, la plus grosse société de matériel de construction au monde, est rarement la première à créer de nouveaux produits pour ses marchés. Elle laisse aux autres sociétés le soin de passer au travers du processus d'essais et d'erreurs lié à l'introduction de produits. Après ces essais, elle lance les produits posant le moins de problèmes[22]. La société a fortement investi dans la technologie des procédés, dépensant beaucoup depuis 1976 pour modifier ses usines et acheter des biens d'équipement, dans le but d'améliorer ses procédés de fabrication[23].

Komatsu, la deuxième plus grande société mondiale de matériel de construction, a augmenté ses dépenses d'investissement, qui correspondent maintenant à 5,1 p. 100 de ses ventes[24]. Elle vient d'ouvrir une unité pilote de fabrication intégrée par ordinateur pour les petites machines industrielles. Cette unité permet à Komatsu d'acquérir de l'expérience en réalisant des progrès sur le plan des techniques de fabrication. L'unité compte également un centre technique; celui-ci accélérera la mise au point de nouveaux produits, qui profitent de la flexibilité de l'unité de fabrication.

Komatsu, qui s'appuie sur sa stratégie d'innovation technologique, compte à son actif plusieurs premières mondiales : un bulldozer amphibie radio-commandé, un robot sous-marin de nivellement de rocaille, des machines à découper au jet de plasma, et un robot d'installation des murs extérieurs, pour n'en mentionner que quelques-unes.

Selon Komatsu, l'électronique, la robotique et les polymères industriels sont les technologies de demain, technologies qui joueront un rôle clé dans la mise au point de nouvelles machines plus solides, plus légères et plus productives.

Sociétés de matériel agricole

L'industrie du matériel agricole a été touchée par la faible demande pendant les années 1980. En raison de ce contexte et de la rentabilité réduite des produits, les agriculteurs ont reporté leurs achats de matériel. Par exemple, l'âge moyen des tracteurs sur le terrain est passé de 7 ans à 15 ans au cours des années 1980[25].

Cette faible demande de machines agricoles a entraîné une surcapacité, qui à son tour, a provoqué une érosion des prix. John Deere, par exemple, a déjà pu majorer ses prix de 10 à 20 p. 100 en raison de la qualité supérieure de ses produits et services. Cette majoration a maintenant été réduite à 5 p. 100[26].

Les entreprises ont réagi de différentes façons aux problèmes de l'industrie.

En dépit de la contraction industrielle des années 1980, John Deere, seul fabricant d'une série complète de machines agricoles, n'a pas réduit fortement ses dépenses en R-D. La société a donc pu sortir plusieurs nouveaux produits vers la fin de cette décennie. De plus, elle a décentralisé la R-D dans des usines investies d'un mandat de production mondiale. Par exemple, l'usine de John Deere à Welland, en Ontario, a pour mission d'élaborer, de mettre au point, de fabriquer et de vendre des tracteurs-chargeurs, des débroussailleuses rotatives, des épandeurs de fumier et un véhicule utilitaire à cinq roues.

Forte de l'expérience acquise dans le secteur du matériel de construction, Caterpillar a conçu une gamme de tracteurs dotés de chenilles en caoutchouc, semblables à un bulldozer. Ces tracteurs ont la vitesse et la mobilité des tracteurs à quatre roues motrices tout en fournissant une meilleure traction et en provoquant moins de compaction du sol. Introduits aux États-Unis en 1987, ils sont maintenant vendus partout en Europe et en Amérique du Nord. Le succès a été tel que Caterpillar n'a pu satisfaire à la demande.

Les sociétés Case et International Harvester, achetées par Tenneco, ont fusionné pour être plus compétitives sur le marché et réaliser des économies d'échelle en R-D, en fabrication et en distribution. Les acquisitions et la fusion ont débouché sur une combinaison de gammes de produits. Toutefois, en raison des fréquents changements de produits, les distributeurs de la société ont éprouvé des difficultés à stocker des pièces de rechange.

Varity (autrefois Massey-Ferguson) a regroupé sa production de tracteurs en Europe afin de tirer profit de la demande plus forte et des coûts de production moindres touchant ses petits tracteurs.

Les problèmes qu'a connus l'ancienne entreprise canadienne Massey-Ferguson, autrefois l'un des fabricants de matériel agricole les plus importants au monde, sont imputables à une direction indifférente. Dans les années 1970, Massey-Ferguson a choisi d'autres types d'activités, convaincue qu'elle pourrait fournir des machines industrielles ainsi que des machines de construction grâce à une stratégie de diversification. Elle a alors négligé son activité première, la production de machines agricoles. Elle n'est pas parvenue à mettre au point de nouveaux produits. De plus, elle a toléré des inefficacités sur le plan de la production, des retards de livraison et une absence de contrôle des expéditions, en plus de laisser se détériorer les relations avec les concessionnaires. De même, la société a probablement souffert d'une détérioration du ratio d'endettement. Ces problèmes se posaient tout particulièrement dans deux secteurs très importants pour sa prospérité — les gros tracteurs et les moissonneuses-batteuses. Quand la société n'est plus parvenue à suivre la concurrence, ses ventes ont chuté car les agriculteurs se sont montrés plus sélectifs. En 1982, les gouvernements du Canada et de l'Ontario ont sauvé la société de la faillite. En 1990, ils ont accepté qu'elle déménage son siège social hors du pays, en vue d'accroître sa rentabilité en déclarant des pertes au fisc américain.

La société généraliste et la société spécialiste ont toutes deux un rôle à jouer. Moins les clients potentiels sont nombreux, plus les perspectives sont bonnes pour les sociétés spécialistes, bien que leurs possibilités de croissance soient limitées.

Stratégies sur le plan de la R-D et de la technologie dans le secteur canadien de la machinerie

Si, au Canada, le secteur de la machinerie est performant, c'est surtout en raison de l'absence de multinationales canadiennes. Seule Caterpillar Canada (filiale de Caterpillar États-Unis) réalise des ventes supérieures à 250 millions de dollars par an[27]. Elle n'effectue aucune R-D au Canada. Dans le secteur canadien de la machinerie, la plupart des travaux de R-D sont menés par des sociétés canadiennes «en voie de maturation» et spécialisées, dont les ventes varient entre 25 et 250 millions de dollars[28]. Bien que les principales sociétés en voie de maturation réalisent beaucoup de ventes à l'exportation, elles ne constituent pas des fournisseurs mondiaux dominants. Par ailleurs, elles sont suffisamment importantes dans leur domaine de spécialisation pour déployer des efforts importants en R-D.

Les six principales entreprises canadiennes en voie de maturation (Husky, Hymac, Timberjack, Harricana, le Groupe Denis et CAE Machinery Ltd.) ont investi en moyenne des montants correspondant à 3 p. 100 de leurs ventes en R-D, comparativement à 0,8 p. 100 pour l'ensemble des entreprises canadiennes de machinerie (*voir* tableau 3). Ce niveau d'investissement dépasse de 1,8 p. 100 le rapport R-D/ventes enregistré par les 30 sociétés en voie de maturation qui existent dans tous les secteurs et qui effectuent de la R-D au Canada[29].

Les sociétés de machinerie détenues par des intérêts étrangers n'ont pas effectué d'importants investissements en R-D au Canada. Celles qui en ont effectué en 1987 ont consacré un maigre 1,6 p. 100 des ventes à la R-D, comparativement à 4 p. 100 pour les sociétés détenues par des intérêts canadiens. De plus, la part des dépenses en R-D engagées par les sociétés étrangères est passée de 43 p. 100 dans le secteur canadien de la machinerie en 1982 à 17 p. 100 en 1987 (*voir* figure 6). La présence d'intérêts étrangers est forte dans le secteur, et de nombreuses entreprises détenues par de tels intérêts n'étaient pas investies du mandat d'effectuer des travaux de R-D et d'exporter. Les filiales étrangères étaient à l'origine de 53 p. 100 des ventes totales au Canada en 1988.

Par contre, les plus grandes sociétés de machinerie à l'échelle mondiale consacrent de grosses sommes à la R-D — l'équivalent de 3,6 p. 100 de leurs ventes[30]. Aucune de ces sociétés n'est canadienne. D'ordinaire, il s'agit de producteurs au rabais, dotés de systèmes de distribution bien établis et dont le nom commercial est bien connu. En général, ces sociétés veillent surtout à conserver leur part du marché, tout en profitant de leur réseau de distribution et de la fabrication à grande échelle. Plus important, elles ont tendance à concentrer la R-D près de leur siège social ou de leurs plus grands marchés. Elles sont donc attentives aux besoins de leurs clients. L'industrie automobile japonaise est un exemple d'acheteur important de machines. Ce secteur se restructure dans le monde entier autour du concept japonais de «fabrication superefficace»[31], qui exige une étroite relation avec les entreprises de machines-outils et la R-D connexe. Mais il est impossible pour l'industrie canadienne d'égaler une telle recherche et une telle production.

Les entreprises canadiennes plus petites dont les ventes annuelles sont inférieures à 25 millions de dollars ne possèdent généralement pas les ressources financières nécessaires pour amorcer d'importants travaux de R-D, et leurs réseaux de distribution localisés réduisent les effets positifs que peuvent entraîner leurs investissements en R-D. Dans certains cas, de petites sociétés qui, par le passé, ont effectué des travaux de R-D et ne sont pas parvenues à en tirer des bénéfices sont désormais peu disposées à s'engager dans cette voie[32].

La plupart des entreprises, dont bon nombre sont petites, n'effectuent aucune R-D; notamment 96 p. 100 dans le sous-secteur de l'énergie mécanique et des turbines, 89 p. 100 dans les scieries et les ateliers de menuiserie, 89 p. 100 dans la construction et l'exploitation minière, 87 p. 100 dans les

Tableau 3. R-D des principales sociétés nationales en voie de maturation au Canada

Société	Dépenses en R-D visant les machines en 1989 (en millions de dollars)	Ventes de machines en 1989 (en millions de dollars)	Ventes en R-D (%)
Husky Injection Molding	9,4	173*	5,4
Hymac	2,5	69	3,6
Timberjack	4,4	250	1,8
Harricana	1,2	46	2,6
Groupe Denis	1,0	47	2,1
CAE Machinery Ltd.†	0,8	30	2,7
Total des sociétés en voie de maturation (six sociétés)	19,3	615	3,0
Total des sociétés de machinerie	78,0‡	10 062§	0,8

Source : Analyse, par Canada Consulting Cresap, de données tirées de Statistique Canada (nos 88-202 et 31-001), d'entrevues auprès de représentants d'industries et de rapports annuels.

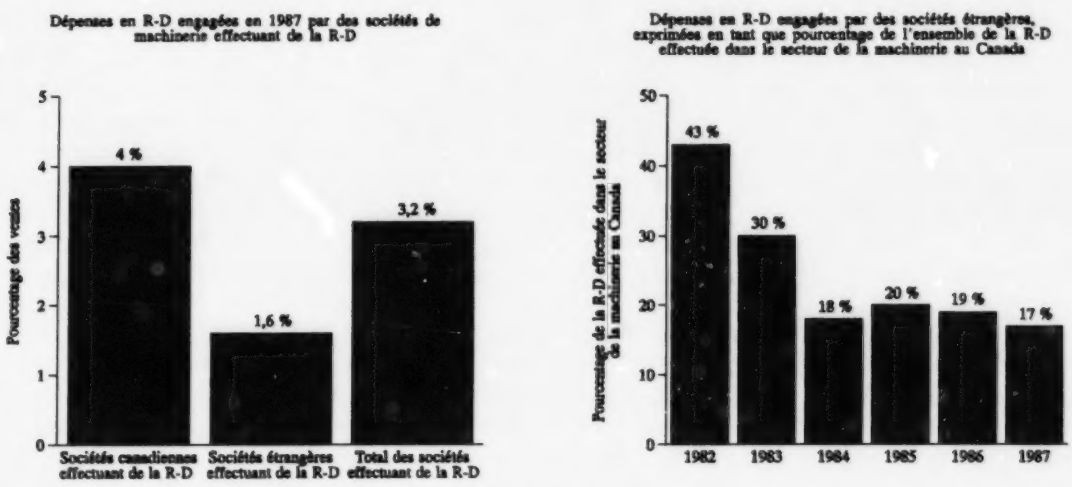
Nota : Les principales sociétés canadiennes en voie de maturation constituent un sous-ensemble de toutes les sociétés en voie de maturation. Elles sont détenues par des intérêts canadiens, investissent beaucoup en R-D et exportent énormément. Mais elles ne peuvent être considérées comme des fournisseurs mondiaux dominants.

* Inclut les moules, les machines et les robots.
† CAE Machinery est une filiale de CAE Industries Ltd.
‡ Total de 247 sociétés effectuant de la R-D.
§ Total de 1 908 sociétés de machinerie.

compresseurs et les pompes, et 84 p. 100 dans l'exploitation forestière et l'équipement spécialisé en général[33]. Il est important de comprendre qu'en moyenne, les sociétés canadiennes de machinerie emploient 60 personnes. Selon le cadre d'une entreprise, ces sociétés sont trop occupées pendant la reprise pour s'adonner à la R-D; au moment du recul économique, elles sont à court d'argent pour y investir. Les plus petites sociétés de machinerie sont particulièrement vulnérables à la demande saisonnière et cyclique de machines, à l'origine de nombreux problèmes d'autofinancement.

Six sociétés de machinerie assument 25 p. 100 de l'ensemble des dépenses en R-D engagées par le secteur canadien, et seules 13 p. 100 des sociétés de ce secteur s'adonnent d'une façon ou d'une autre à la R-D. Les quelques petites sociétés qui investissent en R-D le font toutefois avec dynamisme. Les 217 petites sociétés qui ont mené des travaux de R-D en 1988 y ont consacré en moyenne

Figure 6. Dépenses en R-D : sociétés étrangères par rapport aux sociétés canadiennes



Source : Analyse, par Canada Consulting Cresap, de données tirées de Statistique Canada (n° 88-202).

Nota : Le graphique illustrant les sociétés effectuant des travaux de R-D ne tient pas compte des ventes de sociétés ne s'adonnant à aucune R-D.

4,4 p. 100 de leurs ventes (*voir* tableau 4). Bien que la recherche soit surtout axée sur la conception sur commande pour des clients particuliers (facteur limitant l'obtention de crédits d'impôt), elle représente une activité importante de développement potentiel pour le secteur canadien.

Il appert que les cadres s'entendent pour dire qu'un niveau minimum de R-D est nécessaire pour rester concurrentiel; toutefois, il est difficile de déterminer le niveau minimum idéal pour un produit donné.

On comprend mieux le concept de niveaux de dépenses minimums en R-D dans le contexte de la gamme de produits. Il n'est pas très significatif de comparer les dépenses totales en R-D engagées par les concurrents. Les sociétés peuvent se livrer concurrence dans le même sous-secteur industriel, mais souvent, leur gamme de produits est très différente. Toutefois, il convient de noter que les grosses sociétés mondiales, comme Caterpillar, Komatsu et John Deere, maintiennent généralement leur niveau de dépenses en R-D malgré les fluctuations des recettes provenant des ventes[34]. Ceci indique donc que ces sociétés sont conscientes qu'elles doivent maintenir des niveaux d'investissement minimums.

La R-D en machinerie au Canada : comparaisons et limites

Le Canada est loin derrière la plupart des pays sur le plan des dépenses en R-D consacrées aux machines non électriques, tant en termes absolus que relatifs. Au Canada, le secteur alloue à peine 1 p. 100 des produits de la vente à la R-D, comparativement à 2,6 p. 100 en Allemagne, à 1,7 p. 100 au Japon, à 1,5 p. 100 aux États-Unis et à 3,3 p. 100 en Suède (*voir* figure 7).

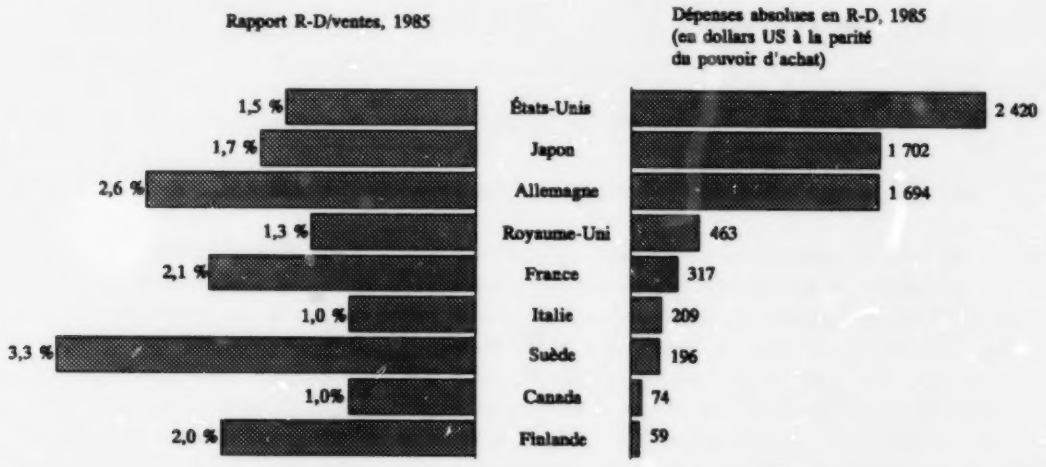
Tableau 4. Investissements en R-D au Canada

Taille de la société	Nombre de sociétés effectuant de la R-D en 1988	Ventes des sociétés effectuant de la R-D (millions de dollars)	Dépenses en R-D (%) engagées en 1988 (millions de dollars)	R-D ventes (%)	Sociétés de R-D (millions de dollars)
Petite (0 à 25 millions de dollars)	217	1 172	52	4,4	0,2
En voie de maturation (entre 25 et 250 millions de dollars)	30	1 633	30	1,8	1,0
Multinationales étrangères (plus de 250 millions de dollars)	0	0	0	0	0

Source : Analyse, par Canada Consulting Cresap, de la recherche demandée par Statistique Canada.

Nota : Caterpillar est la seule multinationale étrangère dont les ventes au Canada sont supérieures à 250 millions de dollars. Il n'existe pas de multinationale canadiennes.

Figure 7. Dépenses globales en R-D dans le secteur de la machinerie

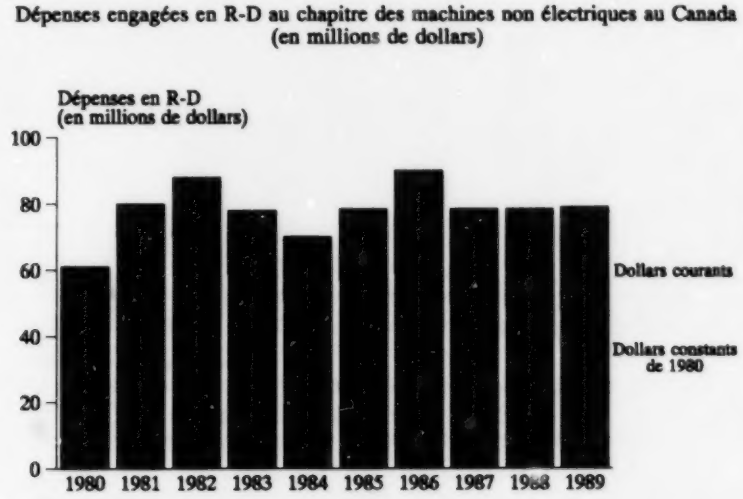


Source : Analyse, par Canada Consulting Cresap, de données tirées du document intitulé *Principaux indicateurs de la science et de la technologie*, du rapport n° 3 intitulé *Statistiques des structures industrielles*, OCDE, et de Statistique Canada (n° 88-207 et 31-203).

Nota : Le rapport R-D/ventes pour la France tient compte des dépenses en R-D visant les machines de bureau et le matériel informatique.

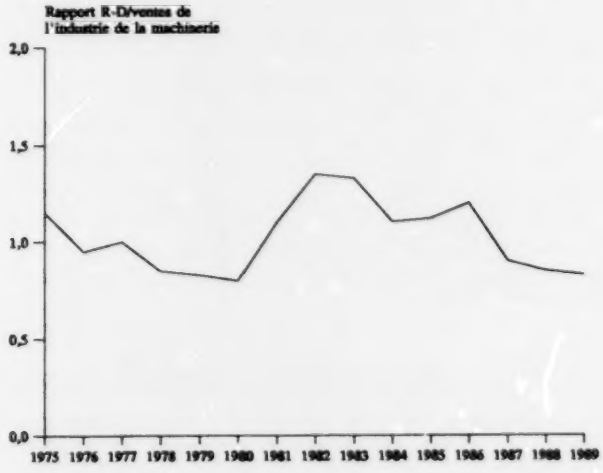
De plus, les dépenses réelles en R-D ont en fait baissé de près de 25 p. 100 pendant les années 1980 (*voir* figure 8). Le rapport canadien R-D/ventes est à la hausse ou à la baisse selon les cycles économiques. Il est actuellement à son plus bas depuis quinze ans (*voir* figure 9).

Figure 8. Dépenses réelles en R-D visant les machines au Canada, 1980-1989



Source : Analyse, par Canada Consulting Cresap, de données tirées de Statistique Canada (n° 88-202).

Figure 9. Rapport R-D/ventes au Canada, 1975-1989



Source : Analyse, par Canada Consulting Cresap, de données tirées de Statistique Canada (n° 88-202).

Comparativement aux multinationales étrangères, les sociétés canadiennes en voie de maturation comme Husky, Hymac, Harricana et le Groupe Denis, consacrent des sommes énormes à la R-D. Le nombre de sociétés en voie de maturation est passé de 23 à 30 au plus haut du cycle conjoncturel, entre 1987 et 1988, et leurs dépenses en R-D ont augmenté, passant de 24 millions à 30 millions de dollars (*voir* figure 10).

Plusieurs entreprises canadiennes de machinerie mettent au point de nouveaux produits et certaines effectuent même des recherches générales ou fondamentales appliquées. Par exemple, chez Zenon Water Systems, un groupe est responsable du développement de produits, tandis que le groupe chargé de la R-D assume la recherche fondamentale. Zenon s'intéresse à tous les aspects de la R-D, dont elle tire profit dans la plupart de ses activités novatrices. Par contre, chez Jarvis Clarck, l'évolution et l'amélioration créative des véhicules miniers passent par le développement et sont surtout encouragées par les demandes des clients. Ces deux stratégies portent leurs fruits.

L'importante demande nationale n'a pas stimulé l'offre intérieure de machines. En dépit d'une grosse demande intérieure dans des sous-secteurs comme ceux de l'équipement forestier ou minier, on ne compte aucune grosse multinationale détenue par des intérêts canadiens. Les plus grosses sociétés d'équipement forestier détenues par des intérêts canadiens sont Hymac, dont les ventes s'élèvent à 80 millions de dollars, et le Groupe Denis, dont les ventes atteignent 46,5 millions de dollars. Toutefois, ces chiffres sont peu élevés comparativement aux sociétés finlandaises Valmet et Rauma-Repola, qui enregistrent respectivement des ventes de 1,9 milliard de dollars et 602 millions de dollars. Les plus grosses sociétés canadiennes de machines agricoles et de construction sont éclipsées par Caterpillar, dont les ventes atteignaient 10,9 milliards de dollars en 1989, et par John Deere, dont les ventes s'élevaient à 6,3 milliards de dollars pour la même année[35]. Pour accroître le volume de R-D dans le secteur de la machinerie, il faudra probablement compter sur un nombre plus élevé de sociétés en voie de maturation.

On peut expliquer de diverses façons l'absence de multinationales canadiennes de machinerie. Le secteur en question est incapable de réaliser des économies d'échelle et de tirer profit de la recherche appliquée; il se fie aux ressources naturelles pour obtenir un avantage concurrentiel; il connaît une pénurie de travailleurs qualifiés; il souffre d'une situation peu dominante sur le marché des machines-outils et enfin, le financement des immobilisations est onéreux.

Études de cas : les stratégies technologiques de sociétés canadiennes

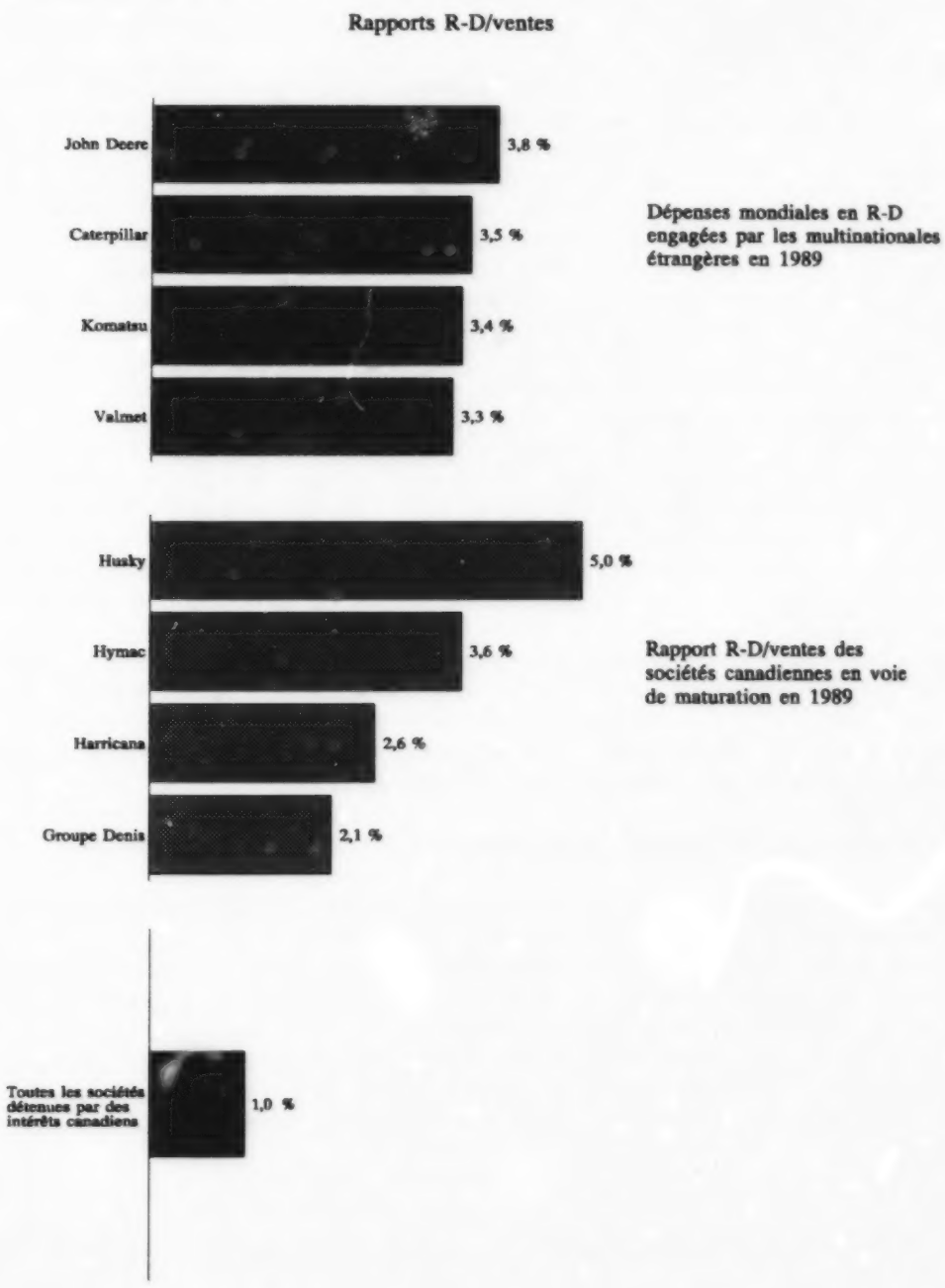
Les stratégies technologiques qui s'offrent aux sociétés canadiennes de machinerie sont résumées au tableau 5, où sont évalués les points forts et les faiblesses de chacune de ces stratégies.

Les études de cas suivantes expliquent les différentes stratégies technologiques adoptées par trois sociétés canadiennes prospères. Hymac, fournisseur de machines pour les usines de pâtes et papiers, exploite à fond la création de nouveaux produits et les percées; Husky, fabricant de machines à mouler les plastiques par injection, adopte une démarche se situant entre la création de procédés et de produits commandés par le client et l'adaptation et la création de produits, et la percée; et Timberjack, fournisseur d'équipement forestier, axe ses efforts sur l'adaptation de nouveaux produits (*voir* figure 11).

Hymac

Hymac est un fournisseur québécois de machines destinées aux usines de pâtes et papiers. Ses ventes ont connu une hausse prodigieuse, passant de trois millions de dollars en 1975 à 80 millions en 1989. Pendant les années 1980, Hymac est devenue l'une des trois sociétés dominantes d'un secteur qui comptait huit sociétés importantes au début de la décennie. Sunds Defibrator Ltée contrôle 65 p. 100

Figure 10. Dépenses en R-D engagées par les sociétés canadiennes en voie de maturation comparativement aux dépenses engagées par les multinationales étrangères



Sources : Entrevues réalisées par Canada Consulting Cresap et rapports annuels de sociétés.

Tableau 5. Stratégies technologiques adoptées par les sociétés canadiennes de machinerie

Stratégie technologique	Évaluation générale des sociétés de machines non électriques
Ne rien faire	• Viable à court terme uniquement • Risque d'obsolescence des produits et des procédés • Capacité réduite de faire face aux changements imprévus survenant dans l'industrie
Adopter	• Viable dans les industries où le cycle de vie des produits est long • Possibilités de croissance limitées • Viable si les avantages concurrentiels sont tirés de la distribution et non du produit • Viable si le cycle de développement du produit est court • Risque que les sociétés novatrices obtiennent des privilèges exclusifs ou qu'elles soient capables d'assurer une meilleure rentabilité
Adapter	• Viable si le rythme du changement est lent et si la société possède de solides compétences en développement • Viable si le coût de l'innovation est supérieur à la perte liée à l'adaptation • Risque dans les industries où le cycle de vie du produit est court et le changement technologique, rapide • Risque que la croissance rapide du marché, stimulée par les technologies novatrices, prenne place trop vite pour que les non-innovateurs puissent en tirer profit
Innover	• Viable s'il existe des façons de protéger la technologie et de tirer profit des autres avantages obtenus en lançant des produits à plus forte valeur ajoutée • La société possède les compétences pour réagir rapidement aux innovations des autres • Le milieu de travail de la société est dynamique et attire les employés les meilleurs et les plus compétents
Percer	• Risque élevé, récompense élevée • Difficile de prouver la rentabilité d'un seul produit, mais les avantages à long terme tirés des produits ultérieurs peuvent justifier l'investissement • Protection nécessaire pour protéger l'investissement (brevet) • La société établit une infrastructure dont la reproduction pourrait prendre des années

Source : Canada Consulting Cresap.

du marché mondial de l'équipement de traitement de la pâte, Hymac, 18 p. 100 et Sprout-Bauer (actuellement mis en vente par son propriétaire ABB), 17 p. 100[36].

Hymac n'avait pas accès aux volumes de capitaux propres qui ont permis à Sunds Defibrator et à Sprout-Bauer de prendre de l'expansion en acquérant d'autres entreprises et leurs technologies. Elle a donc dû élaborer ses propres produits et technologies. Sa croissance dépend surtout de ses

Figure 11. Stratégies technologiques des sociétés

		adoption et adaptation	innovation	percée	
Hymac	produit	10%	50%	20%	80%
	procédé	10%	10%	0%	20%
		20%	60%	20%	

		adoption et adaptation	innovation	percée	
Husky	produit	15%	25%	10%	50%
	procédé	15%	25%	10%	50%
		30%	50%	20%	

		adoption et adaptation	innovation	percée	
Timberjack	produit	55%	15%	5%	75%
	procédé	15%	10%	0%	25%
		70%	25%	5%	

Source : Entrevues effectuées par Canada Consulting Cresap.

activités, bien qu'elle ait reçu certaines subventions de R-D au titre du Programme fédéral d'aide à la recherche industrielle et obtenu plusieurs prêts de fonds à risques partagés du Québec.

De 1985 à 1990, Hymac a investi 10 millions de dollars en R-D afin d'élaborer des produits supérieurs sur le plan technologique, destinés à un marché où la qualité et la fiabilité sont les principaux critères. Le succès remporté par la stratégie est patent : deux tiers de l'accroissement des ventes d'Hymac sont attribuables aux nouveaux produits mis au point depuis 1983[37].

Actuellement, Hymac alloue environ 6 p. 100 du produit de ses ventes à un programme de R-D qui vise à élaborer des technologies et des produits novateurs. La stratégie de la société a donné lieu à plusieurs premières mondiales, notamment le HXD-64, une machine de préparation de pâte à papier en deux temps.

Dans le cadre de son premier projet de développement de produits à grande échelle, Hymac a mis au point un raffineur monodisque. Elle a lancé ce projet de quatre millions de dollars à l'échéance, en 1983, de la licence lui permettant de vendre au Canada les produits de la société finlandaise Jylhavaara.

Hymac, dont les ventes annuelles atteignaient à peine quelque 15 millions de dollars, a réussi un véritable tour de force en mettant au point son propre raffineur monodisque. Forte de l'expérience en génie acquise grâce à la création d'autres produits et à son contrat de licence, Hymac a fabriqué un raffineur faisant appel à la technologie de la pâte chimio-thermomécanique blanchie. Cette technique offre des rendements supérieurs aux procédés chimiques et endommage moins la fibre que les procédés mécaniques.

Quoique aventureux, ce projet a porté ses fruits. Hymac a donc conquis plus de la moitié du marché mondial des raffineurs de pâte chimio-thermomécanique blanchie[38].

Hymac complète ses importants investissements en R-D par une structure d'organisation. Cette structure permet aux gestionnaires responsables de l'élaboration de produits nouveaux ou de la commercialisation d'amorcer ou d'apporter des modifications conceptuelles aux produits, et encourage tous les employés à participer à l'innovation. En outre, la société fait appel à son réseau d'ingénieurs et de personnel d'entretien pour recueillir les idées des clients au sujet des améliorations qui pourraient être apportées aux produits.

Husky Injection Molding

Husky Injection Molding est un fabricant ontarien de machines à mouler les plastiques par injection. Ces machines fabriquent des articles vendus en grandes quantités, comme des contenants de margarine et des bouteilles à boissons gazeuses de deux litres. La société contrôle 80 p. 100 du marché canadien des machines de moulage par injection à capacité élevée.

Husky consacre environ 5 p. 100 du produit de ses ventes à la R-D dans le but de conserver une avance de deux ans sur ses concurrents[39].

La société ne met au point que des produits coparrainés par un client. Son système d'éjection par air illustre comment, à la lumière des besoins des clients, elle a pu améliorer son produit de façon simple et peu coûteuse et obtenir ainsi un avantage concurrentiel de taille.

Le projet, d'une valeur de 200 000 $, a permis de produire les tout premiers systèmes d'éjection par air de 4 et 16 empreintes. L'éjection par air, hors du moule, des produits finis en plastique est plus rapide que l'éjection mécanique. Elle permet également de fabriquer des produits plus fins qui refroidissent plus vite et nécessitent moins de plastique. Avant l'introduction du système d'Husky, l'éjection par air ne pouvait pas être utilisée pour les moules à empreintes multiples demandés par les producteurs de grands volumes — quand une unité était expulsée, l'air qui s'échappait réduisait la pression nécessaire pour éjecter les autres unités. Husky a réglé ce problème en installant un accumulateur sur la machine de moulage par injection afin d'emmagasiner l'air comprimé. Le débit accru d'air était suffisant pour expulser quatre unités à la fois. En resserrant des parties précises des canaux d'écoulement de l'air, Husky a porté sa capacité à 16 unités.

Timberjack

Timberjack était une société canadienne acquise en juin 1989 par Rauma-Repola, fabricant finlandais de produits forestiers. Le siège de Timberjack est toutefois demeuré au Canada, d'où s'exécute également le mandat de production mondiale de l'équipement destiné à des applications visant l'exploitation par arbres entiers.

Au départ, Timberjack avait été acquise en 1984 de Eaton-Yale (fabricant américain d'essieux porteurs) par des intérêts canadiens, avec l'aide de Sequoia Associates, société financière américaine d'innovation. Au cours des cinq premières années qui ont suivi, Timberjack a plus que doublé ses

revenus grâce à l'élaboration et à l'acquisition de technologies, et à l'achat de sociétés fabriquant de bons produits, comme Koehring Waterous et Peerless.

Timberjack, qui détient 15 p. 100 du marché mondial de l'équipement forestier, consacre 1,8 p. 100 du produit de ses ventes à la R-D[40]. Contrairement à bon nombre de ses concurrents qui fabriquent une gamme de machines et de produits connexes, Timberjack concentre ses efforts sur l'équipement forestier comme les débusqueuses, les abatteuses-empileuses et les ébrancheuses.

Ses investissements du côté des produits nouveaux sont axés sur les améliorations d'ensembles de sous-éléments, comme les moteurs, les organes de transmission et les systèmes hydrauliques, afin de mieux satisfaire les besoins des clients. Par exemple, Timberjack a mis au point une ébrancheuse plus flexible et moins coûteuse munie de pneus en caoutchouc au lieu de chenilles en acier.

Timberjack a également créé la série 2500 d'abatteuses-empileuses. Cette série possède une cabine basculable qui reste de niveau quand la machine se trouve sur une pente. La machine peut fonctionner sur des pentes de 50 p. 100 (comparativement à 28 p. 100 pour les abatteuses-empileuses conventionnelles), et peut pivoter sur elle-même de façon à ne pas endommager les arbres situés à proximité. Grâce à cette stratégie technologique qui lui a permis de s'emparer de 30 p. 100 du marché, Timberjack est le premier producteur mondial d'abatteuses-empileuses.

Stratégies de croissance pour le secteur canadien des machines

Problèmes dans le secteur canadien : éléments manquants

Au cours de vingt dernières années, la politique gouvernementale dans le secteur a surtout été axée sur la réduction du déficit commercial. Le gouvernement a instauré des mécanismes visant à remplacer les importations et à resserrer les liens entre les secteurs des ressources et de la machinerie — par exemple, entre les sociétés minières ou les sociétés de produits forestiers et les sociétés de machinerie. Le gouvernement a également adopté des mesures générales comme les crédits d'impôt afin de stimuler la R-D, pour ainsi aider à élaborer de meilleurs produits et à promouvoir les exportations. La faiblesse des liens entre les sociétés extractives et les sociétés de machinerie axées sur les ressources, notamment, a sans doute nui à ces deux groupes. On déplore par exemple l'absence de synergie — profitable pour les deux parties — entre un fabricant national dynamique de machines et le secteur des pâtes et papiers.

Le secteur de la machinerie n'est pas encore très fort, mais il travaille activement à élaborer de nouveaux produits. Le degré d'innovation varie selon la société. Certaines activités de développement au pays se font sur commande, et la plupart du temps, elles sont très spécialisées et limitées pour des raisons de commercialisation. En effet, les sociétés canadiennes sont trop petites pour financer des programmes de commercialisation mondiale. Elles ne disposent pas du champ d'action, de la visibilité et du soutien en R-D des sociétés de plus haute technologie que l'on retrouve dans des secteurs comme les télécommunications.

Soutien en R-D

Dans le secteur de la machinerie, la R-D est souvent axée sur l'amélioration progressive, le développement sur demande et la mise au point de nouveaux produits plutôt que sur la recherche fondamentale ou appliquée. Les sociétés auraient intérêt à ce que les mesures d'encouragement du gouvernement reconnaissent mieux cette réalité.

Le marché servi par le secteur de la machinerie est très pragmatique, en ce sens qu'il privilégie dans ses achats les technologies aux avantages pratiques. Par exemple, l'ajout de commandes électroniques intelligentes aux véhicules agricoles, miniers et autres véhicules tous terrains en améliore beaucoup l'ergonomie, la consommation en carburant, l'économie et la durée de vie. Toutefois, l'introduction de ces fonctions fait suite à une demande qui croît sans cesse à mesure que le marché est prêt à accueillir ces nouveautés, et non à mesure que les sociétés de machine élaborent de nouveaux produits ou procédés. En conséquence, les sociétés intéressées au marché des commandes intelligentes doivent mieux connaître ces concepts de commandes d'avant-garde. Elles doivent consacrer de l'argent et travailler en étroite collaboration avec leurs clients afin d'évaluer le temps requis pour élaborer les produits et franchir les étapes subséquentes de l'exploitation.

Malheureusement, les sociétés estiment qu'en général, le gouvernement canadien n'encourage pas financièrement ces activités de R-D, ni au moyen de crédits d'impôt ni au moyen de programmes régionaux de soutien.

De même, de nombreuses petites sociétés canadiennes de machinerie doivent hypothéquer leur avenir pour mettre au point et vendre des prototypes de nouveaux produits. Les petits organismes ne disposent pas des ressources des grandes multinationales, comme Caterpillar ou John Deere, qui

peuvent construire plusieurs prototypes uniquement à des fins d'essai sur le terrain ou auprès de clients «amis».

Malheureusement, une fois de plus, les coûts des prototypes réalisés pour les clients ne sont pas admissibles aux crédits d'impôt pour la R-D. L'important effort de précommercialisation visant à appuyer le développement d'un nouveau produit, ainsi que les coûts de service et de garantie encourus pour assurer les essais sur le terrain relèvent autant du développement expérimental, dans le secteur de la machinerie, que les essais en laboratoire dans d'autres secteurs. Quand un ingénieur chargé de la mise au point prend une décision en matière de conception, son seul recours est la diffusion et l'attente, «pour voir ce qui se passera», comme disent souvent les directeurs techniques. Le succès de ces conceptions créatives se mesure par le volume de reconception et de commercialisation requis par la suite — en plus des coûts de service et de garantie — pour transformer le prototype en un produit commercial qui suscitera de préférence des niveaux d'exportation soutenus. Ces problèmes ont tendance à être les mêmes que ceux du secteur canadien des pièces automobiles (*voir* la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» du Conseil des sciences du Canada, n° 2 — *Les pièces automobiles au Canada*).

Certaines sociétés de machinerie ont découvert que Revenu Canada acceptait certains des coûts susmentionnés au titre des dépenses légitimes en R-D. Toutefois, d'autres ont constaté que les prototypes n'étaient pas admissibles aux fins des crédits d'impôt en R-D[41]. Il semble que l'actuel volet «Recherche scientifique et développement expérimental» du programme de stimulation fiscale est trop axé sur la recherche. Il devrait être réexaminé, reformulé ou réinterprété, afin de reconnaître que chez les sociétés de machinerie, la R-D est souvent différente de celle effectuée dans de nombreux autres secteurs. Il importe d'expliquer plus clairement le programme de stimulation fiscale pour que le gouvernement canadien ait la possibilité de renforcer le secteur de la machinerie par un soutien à la R-D. Enfin, la levée des ambiguïtés concernant l'admissibilité faciliterait également la préparation des demandes.

Accès aux capitaux

Pour être concurrentielles sur les marchés mondiaux, les sociétés canadiennes de machinerie doivent instaurer des programmes de mise au point de produits qui ne soient pas érodés ni abandonnés en contrepartie de profits à court terme. C'est là une tâche difficile pour une petite entreprise confrontée aux problèmes de marchés cycliques et saisonniers.

Une société peut réussir et devenir rentable sur un marché local avec des produits d'imitation (adoptés et adaptés) avant d'amorcer des travaux de perfectionnement de ces produits et d'attaquer les marchés mondiaux. Cette stratégie peu coûteuse peut convenir aux investisseurs nord-américains types, à l'affût de profits trimestriels, annuels ou à court terme. Mais les entreprises canadiennes prospères qui recherchent la croissance à long terme ne peuvent se permettre de suivre ce modèle. Très tôt, elles doivent offrir des produits de rendement supérieur qui se différencient des autres; telle est la recette du succès des quelques sociétés canadiennes de machinerie en voie de maturation. Cette stratégie à long terme est généralement adoptée par les sociétés financées par des investisseurs japonais patients.

Une stratégie de développement technologique continu, d'ordinaire progressif, semble être indispensable à l'accroissement des ventes de machines. Les sociétés de croissance dans ce secteur ont besoin de l'appui de bailleurs de fonds qui reconnaissent l'importance d'adopter une stratégie technologique à long terme et à forte valeur ajoutée. Les problèmes rencontrés pour se procurer des capitaux, notamment des capitaux à risque, constituent les principaux obstacles pour les entreprises désireuses de connaître une expansion.

Le succès de la R-D n'est que l'une des conditions nécessaires à la croissance. Les entreprises ont également besoin de nombreux capitaux pour assurer la commercialisation et la distribution. Elles pourraient faire preuve de prudence en tentant d'obtenir des capitaux auprès de leurs principaux clients et fournisseurs afin d'acquérir plus de crédibilité auprès des organisations de financement plus traditionnelles. Les cadres du secteur ont tendance à trouver que les sources traditionnelles de financement évaluent de façon simpliste leurs besoins techniques et leurs capacités.

Stratégie commerciale

L'initiative personnelle est souvent la meilleure solution, et le secteur pourrait faire beaucoup à ce chapitre. Pour accroître leurs perspectives de croissance, les sociétés canadiennes de machinerie pourraient trouver avantageux d'améliorer leur capacité technologique. Selon un groupe de cadres importants du secteur[42], ces sociétés devraient :

a) améliorer leur planification interne en intégrant le développement technologique à leur plan d'entreprise; procéder à la planification technologique dans un cadre de coopération multifonctionnel favorisant le travail d'équipe; et viser l'unicité lorsqu'elles améliorent leurs techniques plutôt qu'essayer simplement d'être à la hauteur des concurrents;

b) dispenser une meilleure formation technique afin de venir à bout de la pénurie de personnes possédant les compétences requises pour suivre les progrès technologiques;

c) étudier des modes de collaboration avec d'autres sociétés du secteur privé ainsi qu'avec les gouvernements, les universités et les collèges, dans le but d'instaurer des centres de recherche et de former des partenariats de même que des réseaux de sociétés. La concertation permettrait de livrer une concurrence plus acharnée et favoriserait une atmosphère créative fondée sur le travail d'équipe;

d) mieux connaître les nombreux programmes d'aide du gouvernement et apprendre comment s'en prévaloir;

e) établir des relations de travail avec les principaux clients qui privilégient les améliorations technologiques, pour lesquels la technologie est un outil de vente important et auprès desquels elles peuvent obtenir de l'aide et des conseils judicieux;

f) évaluer, avec les associations commerciales concernées, la possibilité de créer une société de commerce extérieur chargée de promouvoir et d'aider à commercialiser les machines canadiennes dans le monde entier, et trouver les appuis éventuels.

Conclusion

Le secteur de la machinerie éprouve des difficultés à prendre de l'expansion au Canada, à l'exception de quelques entreprises qui font preuve de créativité. En général, les sociétés canadiennes sont trop petites pour atteindre les niveaux considérés comme minimums à l'échelle mondiale au chapitre des activités de commercialisation et d'investissement en technologie.

Une telle situation a une incidence négative décisive sur l'économie canadienne; toute expansion commerciale canadienne risque d'être ralentie par un déficit de la balance des paiements causé en grande partie par une hausse en flèche des importations de machines. S'il est un secteur où la politique du gouvernement, sous réserve des accords commerciaux internationaux, devrait viser directement à prévenir une faiblesse structurale majeure de l'économie, ce pourrait bien être celui-ci.

Toutefois, vu la petite taille du secteur canadien, cela équivaut pratiquement à recréer un secteur en partant de zéro. Les décideurs pourraient s'inspirer des «modèles» de directives de développement adoptés outre-mer.

Annexe — Cadre d'analyse des stratégies en matière de technologie

Dans le cadre de la méthode d'analyse de chaque secteur, le Conseil des sciences du Canada a cherché, dans la mesure du possible, à évaluer les stratégies des entreprises en matière de technologie conformément au schéma suivant :

	adoption et adaptation	innovation	percée
produit			
procédé			

Catégories de stratégies

Adoption et adaptation : Acquérir une technologie et l'adapter afin de s'en servir pour soutenir la concurrence.

Innovation : Améliorer progressivement la technologie gagnante afin d'obtenir une plus grande part du marché ou de conserver son avantage concurrentiel.

Percée : Chercher à créer une discontinuité sur le marché et, par ce moyen, devancer les concurrents.

Les études de cas d'entreprises ont généralement porté sur au moins sept paramètres clés qui influent sur la stratégie d'une entreprise en matière de technologie :

- trois paramètres internes :
  - la position concurrentielle,
  - la capacité d'innover,
  - la stratégie et la vision;
- quatre paramètres externes :
  - les demandes du client,
  - la rivalité concurrentielle,
  - les conditions d'approvisionnement,
  - la technologie disponible.

La méthode prévoyait aussi essentiellement un processus en trois étapes pour chaque secteur. Dans la première étape, un ou plusieurs entrepreneurs ont analysé les éléments principaux de la compétitivité et de la performance en matière de R-D du secteur canadien et de ses principaux concurrents étrangers. La deuxième étape comprenait l'évaluation du ou des rapports préparés à contrat, la discussion avec les entrepreneurs et autres experts, une recherche maison supplémentaire et la préparation d'une ébauche de rapport du Conseil. Au cours de la troisième étape, des spécialistes de l'extérieur ont formulé des observations sur l'une ou sur plusieurs des ébauches du rapport du Conseil,

qui ont alors été révisées et raffinées au besoin, à la suggestion de la personne ressource de ce secteur au sein du comité chargé du projet (*voir* les remerciements). Pour certains secteurs, la troisième étape comptait aussi la participation de plusieurs spécialistes de l'extérieur dans le cadre d'un petit atelier de travail, dont une partie a permis de définir certains éléments d'un plan d'action possible pour le secteur. Le rapport a ensuite été soumis pour approbation finale au Comité de direction du Conseil des sciences, avant d'être envoyé à Industrie, Sciences et Technologie Canada.

Notes

1. Canada Consulting Cresap, *Non-Electrical Machinery*, rapport à contrat préparé pour le Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1991, p. 9.

2. *Ibid.*, p. 92.

3. Ontario, ministère de l'Éducation, *September School Report*, Toronto, 1988.

4. Canada Consulting Cresap, *op. cit.*, p. 93.

5. Conseil des Sciences du Canada, Étude de base 48, *Les entreprises émergentes : pour jouer gagnant*, Conseil des Sciences du Canada, Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, 1982.

6. *Ibid.*, p. 75.

7. F. Longo et R. Clayton, «A Simulation of the Economic Impact of Increased Industrial R&D», document inédit préparé pour le ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie, Ottawa, 1986.

8. Le modèle utilisé était le modèle «TIM» de la société Informetrica Limited.

9. Longo et Clayton, *op. cit.*

10. *Ibid.*

11. *Ibid.*

12. *Ibid.*, p. 21.

13. *Ibid.*

14. *Ibid.*

15. *Ibid.*

16. *Ibid.*, p. 22.

17. *Ibid.*, p. 23.

18. *Ibid.*

19. *Ibid.*, p. 62.

20. *Ibid.*, p. 61.

21. *Ibid.*, p 63.

22. *Ibid.*

23. *Ibid.*, p. 67.

24. *Ibid.*, p. 68.

25. *Ibid.*, p. 70.

26. *Ibid.*

27. *Ibid.*, p. 28.

28. *Ibid.*

29. *Ibid.*

30. *Ibid.*, p. 31.

31. *Voir* la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» du Conseil des sciences du Canada, n° 4 — *Les véhicules automobiles au Canada*, Ottawa, 1991.

32. Canada Consulting Cresap, *op. cit.*, p. 28.

33. *Ibid.*, p. 27.

34. *Ibid.*, p. 34.

35. *Ibid.*, p. 80.

36. *Ibid.*, p. 42.

37. *Ibid.*, pp. 43 et 45.

38. *Ibid.*, p. 46.

39. R. D. Schad, *How to Compete from a Canadian Manufacturing Base*, Bolton, Ontario, Husky Injection Molding Systems Ltd., 1990, p. 7.

40. Canada Consulting Cresap, *op. cit.*, p. 54.

41. Giffels Associates Ltd., OCAM Division, *Report on the Technical Competitiveness Round Table of the Non-Electrical Machinery Sector*, rapport à contrat préparé pour le Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1991, p. 6.

42. *Ibid.*, pp. 10 et 11.